Actas del Cuarto Congreso Nacional de

Historia de la construcción

Cádiz, 27-29 de enero de 2005

Volumen I

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Sociedad Española de Historia de la Construcción

arquitectosdecadiz

COAATC
Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz

TEXTOS SOBRE TEORÍA E HISTORIA DE LAS CONSTRUCCIONES
Colección dirigida por Santiago Huerta Fernández

F. Bores, J. Fernández Salas, S. Huerta, E. Rabasa (Eds.). **Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción.**

A. Casas, S. Huerta, E. Rabasa (Eds.). **Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.**

A. Choisy. **El arte de construir en Roma.**

A. Choisy. **El arte de construir en Bizancio..**

A. Choisy. **El arte de construir en Egipto.** (en preparación)

A. Choisy. **Historia de la arquitectura.** (en preparación)

A. Graciani, S. Huerta, E. Rabasa, M. A. Tabales (Eds.). **Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.**J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica.**

R. Guastavino. **Ensayo sobre la construcción cohesiva. (en preparación)**

J. Heyman. **Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica.**

J. Heyman. **El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica.**

J. Heyman. **La ciencia de las estructuras.**

J. Heyman. **Vigas y pórticos.**

J. Heyman. **Análisis de estructuras. Un estudio histórico**

S. Huerta. **Arcos, bóvedas y cúpulas.**

S. Huerta (Ed.). **Las bóvedas de Guastavino en América.**

S. Huerta (Ed.). **Proceedings of the First International Congress on Construction History.**

J. R. Perronet. **La construcción de puentes en el siglo XVIII.** (en preparación)

H. Straub. **Historia de la ingeniería de la construcción.** (en preparación)

A. Truñó. **Construcción de bóvedas tabicadas.**

E. Viollet-le-Duc. **La construcción medieval.**

Actas del Cuarto Congreso Nacional de

Historia de la construcción

CUARTO CONGRESO NACIONAL DE HISTORIA DE LA CONSTRUCCIÓN, **Cádiz, 27-29 enero 2005**

Organizado por:
Sociedad Española Historia de la Construcción
Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz
Instituto Juan de Herrera. Escuela T. S. de Arquitectura de Madrid

Con la colaboración de:
C. O. de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz
Ayuntamiento de Cádiz
Diputación de Cádiz

Presidente

Ricardo Aroca Hernández-Ros

Presidente de Honor

Julio Malo de Molina Martín Montalvo

Secretaría General

Amparo Graciani García

Comité Organizador

Santiago Huerta
Amparo Graciani García
Juan Jiménez Mata
Gema López Manzanares
Manuel Luna Rodríguez
Mercedes Ponce Ortiz[
Miguel Ángel Tabales Rodríguez

Comité Científico

Juan José Arenas
Antonio Albardonedo Freire
Miguel Arenillas Parra
Ricardo Aroca Hernández-Ros
Begoña Arrúe Ugarte
Francisco Bueno Hernández
Ángel Luis Candelas Gutiérrez
Antonio de las Casas Gómez
Antonio Castro Villalba
Rafael Cortés Gimeno
Manuel Durán Fuentes
Teodoro Falcón Márquez
José Fernández Salas
Nicolás García Tapia
Francisco Javier Girón Sierra
José Luis González Moreno-Navarro
Ignacio González Tascón
Amparo Graciani García
Santiago Huerta
Gema López Manzanares
Pedro Navascués Palacio
Enrique Nuere Matauco
José Carlos Palacios Gonzalo
Enrique Rabasa Díaz
Pere Roca
Antonio Ruiz Hernando
Fernando Sáez Ridruejo
Cristina Segura
Miguel Ángel Tabales Rodríguez
Fernando Vela Cossío
Luis Villanueva Domínguez
Arturo Zaragozá Catalán

Actas del Cuarto Congreso Nacional de

Historia de la construcción

Cádiz, 27 – 29 de enero de 2005

edición a cargo de:
Santiago Huerta

Volumen I

Instituto Juan de Herrera
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Sociedad Española de Historia de la Construcción

arquitectosdecadiz

COAATC
Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Cádiz

ISBN: 84-9728-149-7 (Obra completa)
ISBN: 84-9728-147-0 (Vol. I)
Depósito Legal: M. 1.312-2005
Portada: Escena de construcción tomada de *Las cantigas de Santa Marjía* de Alfonso X el Sabio
Fotocomposición e impresión:
EFCA, S. A. Parque Industrial «Las Monjas»
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)

Índice

Prólogo

La Historia de la Construcción contempla las obras de arquitectura e ingeniería desde un punto de vista técnico. Esta es su seña de identidad, que la diferencia de otras disciplinas (como por ejemplo, la Historia de la Arquitectura, la Arqueología o la Restauración de monumentos). Es un punto de vista complementario, pero diferente. La celebración de este IV Congreso parece demostrar que la Historia de la Construcción goza en España de buena salud. No obstante queda mucho por hacer para que alcance un reconocimiento académico pleno. El hecho de que exista un número creciente de publicaciones y trabajos en un determinado campo de estudio no hace que, de forma automática, este campo adquiera reconocimiento. Es condición necesaria, pero no suficiente. La formación de una disciplina se produce mediante un esfuerzo deliberado y consciente. La situación de la Historia de la Construcción es hoy similar, por ejemplo, a la de la Historia de la Ciencia a principios del siglo XX. Fue el trabajo de unos pocos académicos, y en particular de George Sarton, el que promovió el estatus de la Historia de la Ciencia hasta alcanzar ya en la segunda mitad del siglo XX un rango académico pleno. En España contamos con una ventaja que no existe en otros países: la Historia de la Construcción es considerada casi de forma unánime por arquitectos e ingenieros como una disciplina «interesante» y la fundación de la SEHC y la organización de los sucesivos Congresos Nacionales y del Primer Congreso Internacional, ha contado siempre con el apoyo de las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería y de los Colegios Profesionales. La razón de esta valoración positiva tiene raíces históricas: los arquitectos españoles han tenido desde el siglo XVIII una sólida formación técnica, mientras que en la mejor tradición de las ingenierías ha habido siempre un interés por las artes y las humanidades.

Así, pues, estamos en una buena situación para desarrollar el trabajo de convertir la Historia de la Construcción en una disciplina académica reconocida. Pero la consideración positiva tiene también su lado oscuro. Un interés superficial puede resultar peligroso. He podido observar que, en muchas ocasiones, la Historia de la Construcción se considera interesante, pero, al mismo tiempo, no parece precisar de ningún esfuerzo particular. Es justo lo contrario; este tipo de estudios requieren un enorme trabajo, precisamente porque se

realizan fuera de un marco académico establecido, por su propio carácter de puente entre ciencias y técnicas.

En este IV Congreso, como puede verse en la lista de autores al final de las Actas, hay participantes de más de veinte Universidades españolas y de casi una decena de Institutos de investigación. En un futuro próximo se va producir una reforma en profundidad de las universidades españolas, dentro del marco de convergencia europeo marcado por los acuerdos de Bolonia. Es una oportunidad que no debería ser desaprovechada para dar a la Historia de la Construcción el rango académico que merece, en igualdad de condiciones con otras disciplinas.

SANTIAGO HUERTA Madrid, enero de 2005

AGRADECIMIENTOS: Durante la edición de estas Actas he recibido la ayuda de Natalia Vela, secretaria del congreso, y de los estudiantes de arquitectura Ignacio Gil Crespo y Gerardo Gómez Sánchez. Querría agradecer también todas las facilidades prestadas por el Colegio Oficial de Arquitectos de Cádiz y por su Decano Julio Malo de Molina.

Comunicaciones

Un'interpretazione meccanica di criteri geometrici per il dimensionamento dei piedritti di un arco

Danila Aita

Nell'ambito della stereotomia alcune problematiche di carattere essenzialmente statico e meccanico, come ad esempio il tracciamento della curva d'intradosso di un arco, il problema dell'inclinazione dei giunti o quello del dimensionamento dei piedritti, sono risolte mediante l'utilizzo di criteri geometrici.

Nel presente lavoro vengono esaminate alcune regole geometriche proposte da Rodrigo Gil de Hontañón (XVI sec.) relative al dimensionamento dei piedritti e della sovrastruttura in un arco. Il comportamento meccanico del sistema arco-piedritti viene studiato attraverso il metodo delle *aree di stabilità* (Durand-Claye 1867–1868), per mezzo del quale è possibile determinare l'insieme delle soluzioni simultaneamente compatibili con l'equilibrio della struttura e con la resistenza del materiale. Per le tipologie «geometriche» in esame viene individuato il grado di stabilità al variare della resistenza del materiale e dei parametri geometrici in gioco.

I problemi geometrici presenti nei trattati di Stereotomia

Nel corso dei secoli, i trattati di *coupe de pierres* hanno costituito un vero e proprio *corpus* di regole empiriche relative al taglio delle pietre. Ma il fatto sorprendente è che tali trattati - persino quelli pubblicati dopo la nascita della moderna meccanica delle strutture —si confrontino da un punto di vista essenzialmente geometrico con questioni di carattere statico e meccanico. In tale contesto, ad esempio, il problema del taglio dei conci relativamente al loro spessore e all'inclinazione dei giunti o quello del dimensionamento dei piedritti in un arco sono risolti mediante l'utilizzo di regole geometriche.

D'altra parte, nel suo *Secret d'architecture* del 1642, Jousse definisce con la parola *trait* l'arte di tracciare schemi a grandezza reale dell'*appareil* di strutture in pietra, dai quali sia possibile ricavare le sagome per il taglio dei conci. Tale applicazione particolare della geometria al tracciato delle volte è più generalmente conosciuta con il nome di stereotomia (Pérouse de Montclos 1982, 84). Con un significato più specifico, nel titolo della sua opera Frézier definisce la stereotomia come «la théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois» (Frézier 1737–1739). Altri autori francesi, come Philibert De l'Orme (1567), Girard Desargues (1640), Mathurin Jousse (1642), François Derand (1643) e Abraham Bosse (1643) hanno indicato con *coupe des pierres* i metodi secondo i quali si tagliano i conci di un arco o di una volta, ponendo l'attenzione sugli aspetti geometrici di tale arte.

Solo Philippe de La Hire, nel suo trattato di stereotomia rimasto inedito, scrive: «Les ouvriers appellent la science du trait dans la coupe des pierres, celle qui enseigne à tailler et à former séparément plusieurs pierres, en telle sorte qu'étant jointes toutes ensemble dans l'ordre qui leur est convenable, elles ne composent qu'un massif qu'on peut considérer com-

me une seule pierre» (La Hire 1687–1690). In questo passaggio —per la prima volta in un trattato di *coupe des pierres*— sembra posta come condizione necessaria per una buona progettazione di una struttura voltata l'impossibilità di attivazione di cinematismi tra le parti e, quindi, una condizione di equilibrio. Tuttavia nel manoscritto di de La Hire vengono trattati gli argomenti più comuni relativi al taglio delle pietre, utilizzando costruzioni geometriche.

Eppure, come è noto, nonostante che le formulazioni delle prime teorie scientifiche sulle strutture ad arco risalgano solo al XVIII secolo, a quell'epoca l'arte del costruire aveva già permesso la realizzazione di capolavori architettonici progettati secondo criteri di grande stabilità. Risulta così di particolare interesse, in assenza di precise giustificazioni di carattere statico e meccanico, esaminare i criteri geometrici di dimensionamento che hanno guidato la progettazione di tali architetture.

Rimandando ai riferimenti citati in bibliografia per quanto riguarda lo studio da un punto di vista meccanico del problema del taglio dei conci e dell'inclinazione dei giunti in un arco (Aita 2001; Aita, Corradi 2002; Aita 2003; Aita, Froli 2003), nel presente lavoro vengono esaminate alcune regole geometriche relative al dimensionamento dei piedritti e della sovrastruttura in un arco, proposte da Rodrigo Gil de Hontañón, architetto del XVI secolo (García 1681). Il comportamento meccanico del sistema strutturale arco-piedritti viene studiato attraverso una rilettura critica del metodo di Durand-Claye (1867; 1868), detto anche metodo delle *aree di stabilità*, per mezzo del quale è possibile determinare l'insieme delle soluzioni (in termini di curva delle pressioni) simultaneamente compatibili con l'equilibrio della struttura e con la resistenza del materiale.

Lo spessore e l'altezza dei piedritti di un arco. Le regole geometriche di Rodrigo Gil de Hontañón

Nei trattati di stereotomia è possibile rintracciare varie regole di dimensionamento, di natura prevalentemente geometrica. Il problema del dimensionamento dei piedritti di un arco, oggetto del presente studio, è esaminato ad esempio da Derand nel suo trattato (1643), ove egli riporta la nota regola, probabilmente antecedente (Huerta 2002); ancora, una regola per il dimensionamento dei piedritti è proposta da Gautier nel suo *Traité des ponts* (1765).

Il Frézier nel suo trattato di stereotomia (1737–1739) riporta la regola di Derand, usata comunemente dagli scalpellini, e quella di Gautier, descrivendo anche gli studi sulla spinta degli archi elaborati da De La Hire e da Couplet e i risultati sperimentali di Danyzy.

Se le regole geometriche di Derand e Gautier stabiliscono lo spessore dei piedritti quando sia assegnata la sola curva d'intradosso dell'arco, di maggiore interesse appaiono le 7 regole per il dimensionamento dei piedritti di un arco o di una volta contenute nel trattato di architettura di Rodrigo Gil de Hontañón del XVI sec., purtroppo noto solo attraverso la rielaborazione fattane dall'architetto Simón García nel suo *Compendio de Architectura* (1681). Le regole 1, 5, 6 e 7 si basano su un sistema di proporzioni geometrico e vengono applicate a forme rinascimentali; esse derivano dallo sviluppo delle antiche regole medievali di dimensionamento in chiave geometrica. Le regole 2, 3 e 4 si basano, invece, su un sistema antropometrico e algebrico di matrice vitruviana e sono applicate al dimensionamento di volte gotiche.

In particolare, la prima regola geometrica costituisce un possibile precedente della regola di Derand e prescrive che, per un arco semicircolare, lo spessore del piedritto debba essere 1/4 della luce dell'arco (misurata all'intradosso). Ma, mentre Derand e Gautier non considerano, ai fini del dimensionamento, né lo spessore del concio, né l'altezza della sovrastruttura, Rodrigo Gil de Hontañón fornisce altre 3 regole, derivate probabilmente da considerazioni sperimentali, in cui entrano in gioco anche questi parametri.

La quinta e la sesta regola geometrica, infatti, consentono di determinare, per un arco semicircolare, la quota massima del piano orizzontale della sovrastruttura e lo spessore dei piedritti, noto il raggio d'intradosso R.

Con la settima regola si considerano come parametri in gioco anche l'altezza dei piedritti e lo spessore dell'arco, differente da quello dei piedritti. Tale regola, pertanto, testimonia più delle altre una certa percezione statica e meccanica del sistema arco-piedritti, mettendo in relazione la stabilità della struttura con parametri geometrici significativi da un punto di vista strutturale.

Viene considerato anzitutto un arco semicircolare (fig. 1) di cui siano noti il raggio d'intradosso R e lo

spessore del concio $h = 1/6\ l$, ove $l = 2R$ rappresenta la luce d'intradosso La costruzione inizia dividendo l in tre parti eguali. Lo spessore del piedritto è determinato dalla lunghezza del segmento CE, pari ad 1/3 l. A partire da A, che è il punto più alto dell'estradosso, si traccia poi la semiretta AC, che interseca in D il lato interno del piedritto. Il segmento DE definisce l'altezza massima H del piedritto e misura $(1+1/3)l$. L'altezza L della sovrastruttura è determinata dall'intersezione della verticale passante per A con l'arco di cerchio di centro E e raggio $l + h$.

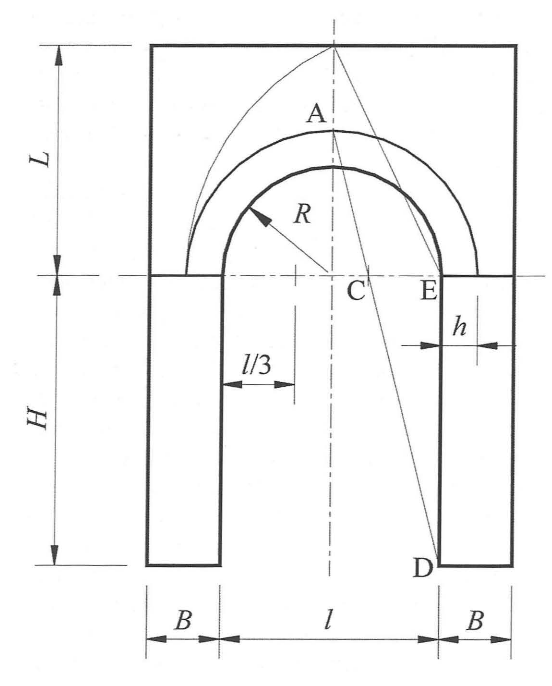


Figura 1
La settima regola di Rodrigo Gil de Hontañón. Primo arco

In seguito viene considerato un arco semicircolare di cui siano noti il raggio d'intradosso R, lo spessore del concio $h = 1/5\ l$ (ove $l = 2R$) e l'altezza del piedritto $H = 3R$ (fig. 2). Lo spessore del piedritto viene determinato tracciando la retta HK dalla sommità H dell'estradosso all'imposta K del lato interno del piedritto. Essa intersecherà il diametro d'intradosso dell'arco in L. Lo spessore del piedritto sarà dato da

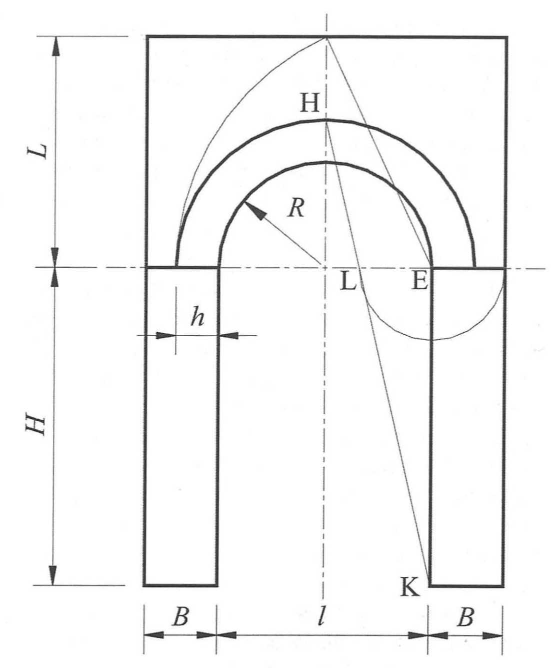


Figura 2
La settima regola di Rodrigo Gil de Hontañón. Secondo arco

LE, ovvero dalla misura della distanza di L dall'imposta dell'arco più vicina. L'altezza massima della sovrastruttura è determinata come nell'esempio precedente.

Il metodo di Durand-Claye: una procedura grafica per valutare la stabilità di un arco con riferimento all'equilibrio della struttura e alla resistenza del materiale

Per valutare il grado di stabilità corrispondente agli archi progettati in accordo con le regole di Rodrigo Gil, verrà in questa sede utilizzato un metodo grafico elaborato da Durand-Claye nel 1867.

Come scrisse l'autore stesso, tale procedura si prefigge di verificare, «s'il existe des solutions d'équilibre compatibles avec un effort-limite donné» (Durand-Claye 1867: 66). E' possibile qui riconoscere una forma particolare di ciò che oggi indichiamo come *safe theorem* dell'analisi limite. Questo teore-

ma era già implicito nelle condizioni di stabilità fornite dagli sviluppi delle teorie settecentesche sull'arco in muratura (Michon 1857). Ora, però, l'intervallo di soluzioni è ristretto per tener conto dell'effettiva resistenza del materiale di cui la struttura è costituita. Ovviamente, la condizione ultima secondo Durand-Claye non è la condizione di collasso dell'analisi limite, a meno che non si assuma infinita resistenza a compressione e si trascuri la resistenza a trazione.

Il metodo di Durand-Claye è stato descritto in alcuni lavori citati in bibliografia (Foce-Sinopoli 2001; Foce-Aita 2003; Aita-Barsotti-Bennati-Foce 2003; Aita-Barsotti-Bennati-Foce in corso di pubblicazione) nel corso dei quali, sottolineando il suo ruolo di razionale mediazione tra analisi elastica e analisi limite, è stato esteso considerando anche la presenza di resistenza a trazione e la possibilità di una distribuzione lineare a tratti delle tensioni a compressione. Rimandando ad essi, pertanto, in questa sede il metodo di Durand-Claye non sarà illustrato in dettaglio.

Basti qui ricordare che esso consente di determinare, nella sezione in chiave di un arco simmetrico, l'*area di stablilità* della struttura ad arco, ovvero il luogo degli estremi dei vettori rappresentativi delle spinte ammissibili con riferimento sia all'equilibrio della struttura, sia alla resistenza del materiale di cui essa è costituita. Se tale area si riduce a un punto, può sorgere un meccanismo di collasso. Secondo il

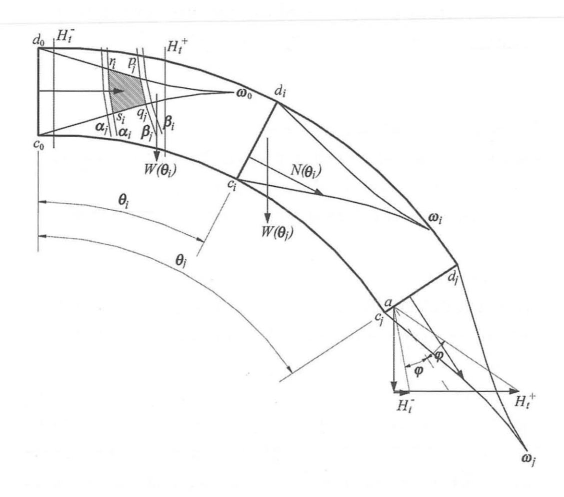


Figura 3
Il metodo di Durand-Claye

modello adottato da Durand-Claye, la muratura è descritta come un materiale non resistente a trazione ma in grado di sopportare una limitata tensione massima di compressione di intensità pari a Θ_c.

Si consideri la porzione di arco compresa tra il giunto in chiave c_0d_0 e un generico giunto c_id_i (fig. 3). Si denoti con $W(\otimes_i)$ il peso della porzione $c_0d_0d_ic_i$ e dell'eventuale sovrastruttura, agente sul tratto d_0d_i, con $N(\otimes_i)$ la forza normale al giunto c_id_i, con P la spinta in chiave e con e l'eccentricità del suo punto di applicazione.

Assumendo l'usuale legge di distribuzione delle tensioni nella generica sezione, con possibilità di parzializzazione della sezione, è possibile tracciare l'area $c_i\omega_id_i$ contenente la forza normale $N(\theta_i)$ compatibile con la resistenza a compressione σ_c e le corrispondenti curve α_i e β_i nella sezione in chiave, determinate imponendo le condizioni di equilibrio del concio $c_0d_0d_ic_i$.

Le spinte in chiave P ammissibili rispetto all'equilibrio del concio $c_0d_0d_ic_i$ e alla resistenza del materiale sono rappresentate da vettori orizzontali i cui estremi giacciono entro l'area $A_{r,i}$ definita dal quadrilatero $r_is_ip_iq_i$ delimitato dalle curve α_i, β_i, $c_0\omega_0$ e $d_0\omega_0$.

Per tenere in conto anche della possibilità di traslazioni mutue lungo il giunto c_jd_j, è sufficiente condurre per un generico punto a appartenente al giunto il cono d'attrito definito dall'angolo d'attrito φ, applicare idealmente in a il peso $W(\theta_j)$ e considerare le due spinte orizzontali corrispondenti a risultanti aventi, rispettivamente, la medesima direzione dei lati del cono. Queste spinte definiscono in chiave due linee verticali H^-_t and H^+_t. L'area $A_{s,j}$ da esse delimitata contiene gli estremi delle spinte compatibili con l'angolo d'attrito assegnato.

Se si ripete l'operazione per ogni giunto i, è possibile definire l'*area di stabilità A* comune a tutte le aree $A_i = A_{r,i} \cap A_{s,i}$. Per un arco ben progettato, caratterizzato da un alto coefficiente d'attrito, l'area di stabilità è un quadrilatero curvilineo del tipo $r_is_ip_jq_j$, nel senso che esso corrisponde ai giunti c_id_i e c_jd_j.

La sua forma e la sua dimensione forniscono utili informazioni sul grado di stabilità della struttura, sulla posizione delle spinte ammissibili e sulla collocazione dei giunti maggiormente sollecitati. Quando l'area di stabilità si riduce a un punto, viene raggiunta la condizione limite ed è possibile un unico valore della spinta.

Supponiamo che il quadrilatero $r_is_ip_jq_j$ sia l'*area di*

stabilità di un arco caratterizzato da un alto coefficiente d'attrito e da una resistenza a compressione σ_c. Diminuendo σ_c, l'area $r_i s_i p_j q_j$ si ridurrà progressivamente fino a divenire un singolo punto per un certo valore limite $\sigma_{c,\min}$. Il rapporto $\nu = \sigma_c / \sigma_{c,\min}$ fornisce il coefficiente di sicurezza dell'arco, in accordo con il metodo di Durand-Claye.

Valutazione del grado di sicurezza di strutture ad arco dimensionate in accordo alla settima regola geometrica di Rodrigo Gil de Hontañón

Consideriamo la tipologia di struttura ad arco riportata da Rodrigo Gil de Hontañón nell'ambito della settima regola di dimensionamento, ovvero un arco in muratura semicircolare a giunti radiali (fig. 1 e fig. 2), di luce l e raggio R con riferimento all'intradosso. Siano h, H, B, L, γ, σ_t e σ_c, rispettivamente, lo spessore costante della sezione trasversale dell'arco, l'altezza e la larghezza dei piedritti, l'altezza della sovrastruttura misurata a partire dalle imposte dell'arco, il peso specifico e la resistenza a trazione e a compressione del materiale muratura.

Mostreremo qui di seguito alcuni risultati ottenuti applicando il metodo di Durand-Claye all'analisi strutturale del primo e del secondo arco descritto nella settima regola geometrica di Rodrigo ponendo $l = 2R = 1000$ cm e ipotizzando che la struttura portante, formata dal sistema arco-piedritti, e la sovrastruttura siano costituite da un materiale tipo muratura avente le seguenti caratteristiche: $\sigma_t = 0$ daN/cm^2; $\sigma_c = 200$ daN/cm^2; $\gamma = 0.0002$ daN/cm^3. Negli esempi analizzati si è inoltre considerato un alto valore del coefficiente d'attrito, escludendo la possibilità di scorrimento mutuo tra le porzioni di struttura.

Con riferimento a Fig. 3, si consideri la condizione di equilibrio limite del concio $c_0 d_0 d_i c_i$, sotteso dall'angolo θ_i e soggetto alla spinta orizzontale in chiave P, al peso $W(\theta_i)$ sopra definito, con riferimento ai movimenti rigidi di rotazione attorno allo spigolo di intradosso c_i o di estradosso d_i. I corrispondenti valori della spinta in chiave sono dati da:

$P^{r,e}_{\min}(\theta_i)$: per la rotazione attorno allo spigolo d'intradosso c_i, quando la spinta è applicata in chiave all'estradosso d_0;

$P^{r,e}_{\max}(\theta_i)$: per la rotazione attorno allo spigolo di estradosso d_i, quando la spinta è applicata in chiave all'estradosso d_0;

$P^{r,i}_{\min}(\theta_i)$: per la rotazione attorno allo spigolo d'intradosso c_i, quando la spinta è applicata in chiave all'intradosso c_0;

$P^{r,i}_{\max}(\theta_i)$: per la rotazione attorno allo spigolo di estradosso d_i, quando la spinta è applicata in chiave all'intradosso c_0;

Primo arco

In accordo alla costruzione proposta da Rodrigo, le dimensioni dell'arco (fig. 1) sono date da:

$l = 2R = 1.000$ cm
$h = 166,7$ cm
$H = 1.333,3$ cm
$B = 333,3$ cm
$L = 1.057,8$ cm

Come si può osservare dalla figura 4, l'arco è stabile in quanto esiste un'area di stabilità estesa.

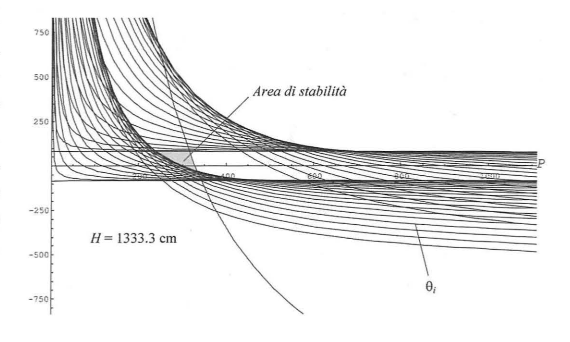


Figura 4
Area di stabilità determinata con il metodo di Durand-Claye per il primo arco

Lasciando inalterate le dimensioni dell'arco e riducendo la resistenza a compressione σ_c fino al valore limite $\sigma_{c,\min} = 23,64$ daN/cm^2, l'area di stabilità si riduce ad un punto (fig. 5) e l'arco collassa per rotazione, come in figura 6, con la formazione di cinque cerniere: all'estradosso in chiave, all'intradosso in

corrispondenza del giunto definito da $\theta = 63°$ e all'estradosso in corrispondenza dell'imposta del piedritto.

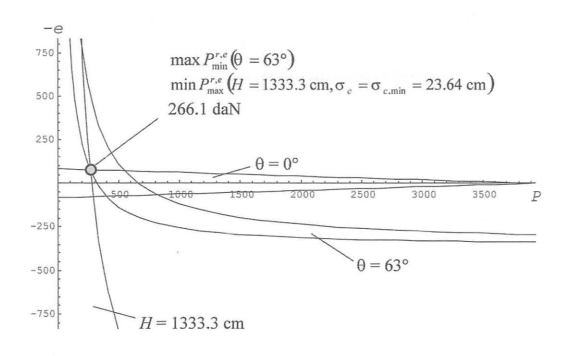


Figura 5
Collasso per rotazione quando $\sigma_c = \sigma_{c,min}$. L'area di stabilità si riduce ad un punto

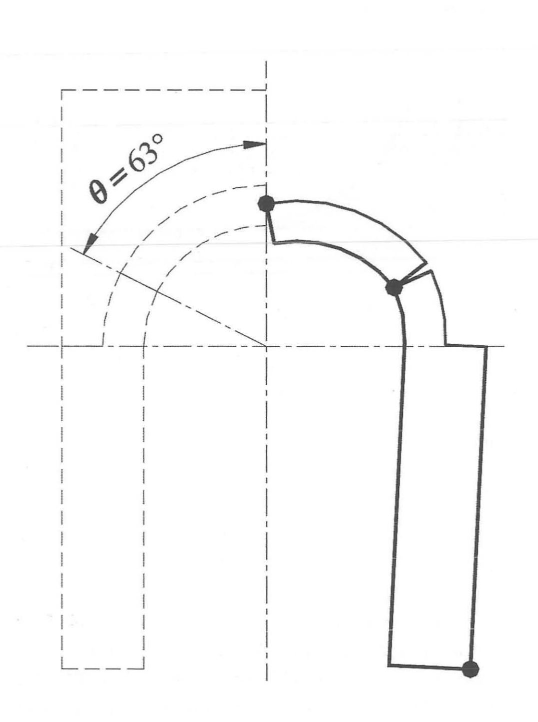


Figura 6
Collasso per rotazione del primo arco quando $\sigma_c = \sigma_{c,min}$

Si ha infatti:

$$\max P^{r,e}_{min}\,(\theta = 63°) = \min\ P^{r,e}_{max}\,(H = 1.333{,}3 \text{ cm},$$
$$\sigma_c = \sigma_{c,min} = 23{,}64 \text{ cm}) = 266{,}1 \text{ daN}.$$

Il coefficiente di sicurezza della struttura in accordo con il metodo di Durand-Claye è, pertanto,

$$\nu = \sigma_c/\sigma_{c,\min} = 8.46.$$

Se invece, lasciando inalterata la resistenza a compressione ($\sigma_c = 200$ daN/cm^2) e gli altri parametri dimensionali, si aumenta l'altezza dela sovrastruttura fino al valore limite $L_{max} = 1.965$ cm, l'arco collassa per rotazione e si ha (fig. 7):

$$P^{r,e}_{min}\,(\theta = 63°) = \min\ P^{r,e}_{max}\,(H = 1.333.3 \text{ cm},$$
$$L = L_{max} = 1.965 \text{ cm}) = 617{,}1 \text{ daN}.$$

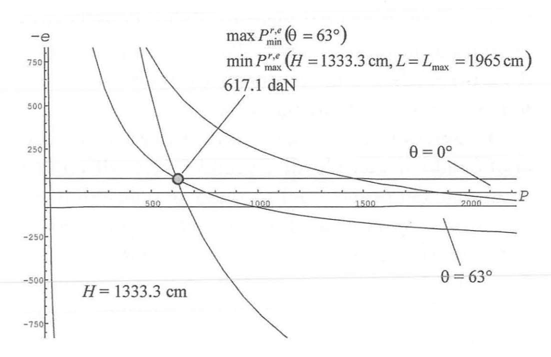


Figura 7
Collasso per rotazione quando $L = L_{max}$. L'area di stabilità si riduce ad un punto

Il rapporto $L_{max} / L = 1{,}86$ fornisce indicazioni sul grado di stabilità dell'arco con riferimento all'altezza massima del sovraccarico.

Considerando i valori di partenza, aumentiamo ora l'altezza del piedritto, fino al valore $H_{max} = 2.550$ cm. L'arco collassa per rotazione e si ha (fig. 8):

$$\max P^{r,e}_{min}\,(\theta = 63°) = \min P^{r,e}_{max}\,(H = H_{max} = 2.550 \text{ cm}) =$$
$$= 233{,}3 \text{ daN}.$$

Il rapporto H_{max} / H = 1,91 fornisce il grado di sicurezza dell'arco con riferimento all'altezza massima del piedritto.

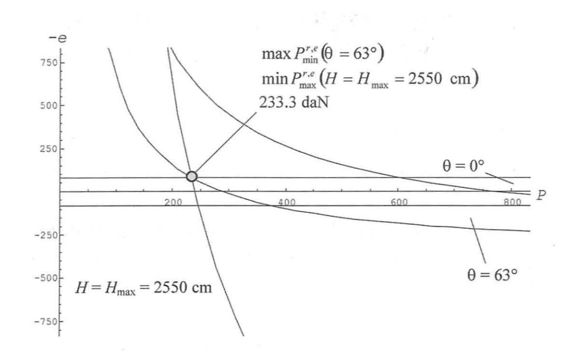


Figura 8
Collasso per rotazione quando $H = H_{max}$. L'area di stabilità si riduce ad un punto

Partendo sempre dai valori iniziali, diminuiamo ora lo spessore del piedritto, fino al valore B_{min} = 254,4 cm. Anche in questo caso l'arco collassa per rotazione e si ha (fig. 9):

$$\max P^{r,e}_{min}\ (\theta = 63°) = \min P^{r,e}_{max}\ (H = 1.333,3 \text{ cm},$$
$$B = B_{min} = 254,4 \text{ cm}) = 233,3 \text{ daN}.$$

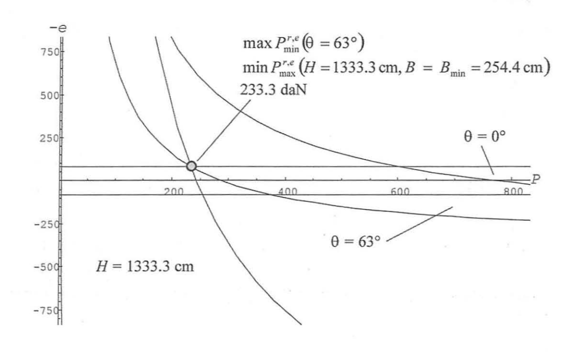


Figura 9
Collasso per rotazione quando $B = B_{min}$. L'area di stabilità si riduce ad un punto

Il rapporto B / B_{min} = 1,31 fornisce il grado di sicurezza dell'arco con riferimento allo spessore minimo del piedritto.

Secondo arco

Anche per il secondo arco (fig. 2) è possibile svolgere considerazioni analoghe. In questo caso i parametri dimensionali sono dati da:

l = 2R = 1.000 cm
h = 200 cm
H = 1.500 cm
B = 340,9 cm
L = 1.090,9 cm

Come si può osservare da figura 10, anche questo arco è stabile in quanto l'area di stabilità è estesa.

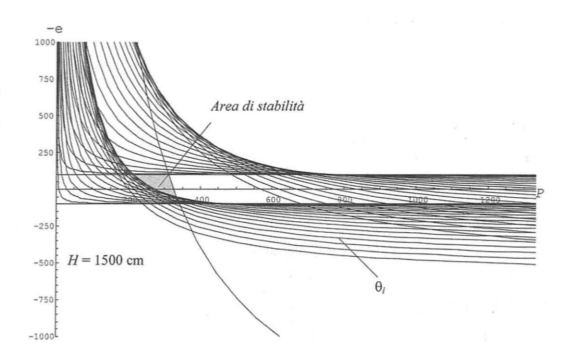


Figura 10
Area di stabilità determinata con il metodo di Durand-Claye per il secondo arco

In questo caso il valore limite della resistenza a compressione è dato da $\sigma_{c,min}$ = 21,35 daN/cm², in corrispondenza del quale l'arco collassa per rotazione analogamente al caso precedente e:

$$\max P^{r,e}_{min}\ (\theta = 67,5°) = \min P^{r,e}_{max}\ (H = 1.500 \text{ cm},$$
$$\sigma_c = \sigma_{c,\,min} = 21,35 \text{ cm}) = 253,7 \text{ daN},$$

mentre $v = \sigma_c / \sigma_{c,min}$ = 9,37, maggiore rispetto al coefficiente di sicurezza prima ottenuto.

Il valore limite dell'altezza della sovrastruttura è dato, invece, da L_{max} = 2469 cm, per cui si ha:

$$\max P^{r,e}_{min} (\theta = 63°) = \min P^{r,e}_{max} (H = 1.500 \text{ cm}, L = L_{max} = 2.469 \text{ cm}) = 735.2 \text{ daN}.$$

Anche in questo caso il rapporto L_{max} / L = 2.26 è maggiore rispetto a quello ottenuto per il primo arco.

L'altezza massima del piedritto risulta essere H_{max} = 3.470 cm, per cui si ha:

$$\max P^{r,e}_{min} (\theta = 63°) = \min P^{r,e}_{max} (H = H_{max} = 3.470 \text{ cm}) = = 213{,}8 \text{ daN}.$$

Il rapporto H_{max} / H = 2,31 risulta maggiore rispetto a quello corrispondente al primo arco.

Lo spessore minimo del piedritto, in questo caso, è dato da B_{min} = 241.7 cm, in corrispondenza del quale si ha:

$$\max P^{r,e}_{min} (\theta = 63°) = \min P^{r,e}_{max} (H = 1.500 \text{ cm}, B = B_{min} = 241{,}7 \text{ cm}) = 213{,}8 \text{ daN}.$$

Il rapporto B / B_{min} = 1,41 risulta maggiore rispetto a quello precedente.

Complessivamente, pertanto, il secondo arco è più «sicuro» rispetto al primo. E' interessante osservare che il meccanismo di collasso è analogo nei differenti casi esaminati (meccanismo per rotazione). Inoltre, in entrambi gli archi esaminati, le due spinte in chiave corrispondenti al collasso per rotazione che si verifica per il raggiungimento dell'altezza massima o dello spessore minimo dei piedritti hanno lo stesso valore, ovvero = min $P^{r,e}_{max}$ ($H = H_{max}$) = min $P^{r,e}_{max}$ (H, $B = B_{min}$).

Conclusioni

La rilettura in chiave meccanica delle regole proposte da Rodrigo Gil de Hontañón attraverso il metodo di Durand-Claye dimostra che esse, pur essendo di incerta derivazione, consentono la progettazione di strutture ad arco caratterizzate da un adeguato coefficiente di sicurezza, con riferimento sia ai parametri geometrici, sia alla resistenza del materiale. Per quanto non sia possibile riconoscere in esse una chiara origine da considerazioni di carattere statico o meccanico, tali regole mettono in relazione parametri geometrici significativi a livello strutturale (altezza della sovrastruttura, spessore e altezza dei piedritti, spessore dei conci dell'arco), che testimoniano una effettiva percezione del comportamento strutturale del sistema arco-piedritti fondata sull'esperienza diretta o sulle cognizioni empiriche consolidatesi nell'ambito dell'arte del costruire.

Ringraziamenti

Un ringraziamento speciale a Gabriele Mazzei, autore delle immagini riportate nel presente lavoro, per la preziosa collaborazione.

Lista di referenze

Aita, D. 2001. Una possibile rilettura del problema dell'arco tra geometria e meccanica. In *Atti del XV Congresso AIMETA di meccanica teorica e applicata (Taormina, 26–29 settembre 2001)*. Memoria: su CD rom. Sommario: SP_ST_02.

Aita, D.; M. Corradi. 2002. On the equilibrium of the flat arch with joints that have neither friction nor cohesion. In Becchi, A.; Corradi, M.; Foce, F.; Pedemonte, O. (eds.), *Towards a history of construction. Dedicated to Edoardo Benvenuto, series Between mechanics and architecture*, 505–521. Basel: Birkhäuser.

Aita, D. 2003. Between geometry and mechanics: a re-examination of the principles of stereotomy from a statical point of view. In *Proceedings of the first international congress on construction history (Madrid, 20th–24th January 2003)*. Vol. I. 161–170. Madrid: Instituto Juan De Herrera.

Aita, D; M. Froli. 2003. Tra stereotomia, statica e cinematica: indagine teorico-sperimentale sull'equilibrio allo scorrimento di archi tozzi a conci rigidi. In *Atti del XVI Congresso AIMETA di meccanica teorica e applicata (Ferrara, 9-12 settembre 2003)*. Sommario, 148. Memoria: su CD rom.

Aita D.; R. Barsotti; S. Bennati; F. Foce. 2003. Soluzioni esplicite per l'analisi elastica non lineare e l'analisi limite di strutture ad arco in muratura. In *Atti del XVI Congresso AIMETA di meccanica teorica e applicata (Ferrara, 9–12 settembre 2003)*. Sommario, 149. Memoria: su CD rom.

Aita, D.; R. Barsotti; S. Bennati; F. Foce. In corso di pubblicazione. The statics of pointed masonry arches between «limit» and «elastic» analysis. Arch Bridges - ARCH '04, Barcelona 2004.

Bosse, A. 1643. *La pratique du trait à preuves de Mr Desargues Lyonnais, pour la coupe des pierres en l'architecture, par A. Bosse...* París: P. des Hayes.

De l'Orme, P. 1567. *Le premier tome de l'architecture.* Paris: Morel.

Derand, F. 1643. *L'architecture des voûtes, ou l'art des traits et coupe des voûtes, . . . par François Derand...* Paris: S. Cramoisy

Desargues, G. 1640. *Brouillon project d'exemple d'une manière universelle du S. G. D. L. Touchant la pratique du trait à preuves pour le coupe des pierres en architecture; et de l'éclarissement d'une manière de réduire au petit pied en perspective comme en géométral, et de tracer tous quadrants plats d'heures égales au soleil.* Paris.

Durand-Claye, A. 1867. Note sur la vérification de la stabilité des voûtes en maçonnerie et sur l'emploi des courbes de pression. In *Annales des ponts et chaussées.* Vol. 13: 63–93.

Durand-Claye, A. 1868. Note sur la verification de la stabilité des arcs métalliques et sur l'emploi des courbes de pression. In *Annales des ponts et chaussées.* Vol. 15: 109–144.

Foce F.; A. Sinopoli. 2001. Stability and strength of materials for static analysis of masonry arches: Durand-Claye's method. In C. Abdunur (ed.), *Arch '01-Third Int. Conf. on Arch Bridges*, 437–443. París: Presses de l'École Nat. des Ponts et Chaussées.

Foce F.; D. Aita. 2003. Between limit and elastic analysis. A critical re-examination of Durand-Claye's method. In S. Huerta (ed.), *Proc. First International Congress on Construction History.* Vol II. 895–905. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Frézier, A.F. 1737–1739. *La théorie et la pratique de la coupe des pierres et des bois pour la construction des voûtes et autres parties des bâtimens civils et militaires ou traité de stéréotomie à l'usage de l'architecture.* Strasburg-Paris.

García, S. 1681. *Compendio de architectura y simetria de los templos conforme a la medida del cuerpo humano con algunas demostraciones de geometria, año 1681.* Biblioteca Nacional, ms 8.884. Madrid.

Huerta, S. 2002. The medieval 'scientia' of structures: the rules of Rodrigo Gil de Hontañón. In Becchi, A.; M. Corradi; F. Foce; O. Pedemonte. (eds.), *Towards a history of construction. Dedicated to Edoardo Benvenuto, series Between mechanics and architecture.* 567–585. Basel: Birkhäuser.

Jousse, M. 1642. *Le secret d'architecture, decouvrant fidelement les traits géométriques, couppes & dérobemens decessaires dans les Bastimens....* La Flèche: G. Griveau

La Hire, P. de. 1687–1690. *Traité de la coupe des pierres.* Bibliothèque de l'Institut, ms 1.596. Paris.

Michon, P. F. 1857. *Instruction sur la stabilité des voûtes et des murs de revêtement.* Metz: Lithographie de l'École d'Application.

Pérouse de Montclos, J.- M. 1982. *L'architecture à la française, XVIe, XVIIe, XVIIIe siècles.* 84. Paris: Picard.

Régimen jurídico de la construcción en las *Partidas* de Alfonso X El Sabio

Antonio Albardonedo Freire
Fernando Betancourt Serna

En relación con los múltiples aspectos jurídicos de la construcción en la Edad Media debemos distinguir las dos grandes tradiciones hispánicas: la de derivación romana y la de derivación islámica. Respecto a esta última nuestra omisión en estas páginas se debe al desconocimiento de las fuentes directas en árabe clásico. Por tanto, sólo haremos referencia a las fuentes jurídicas de tradición romanística; realmente a la más importante de todas ellas: las *Siete Partidas* (1256–1275) del rey don Alfonso X El Sabio (n. 1221, r. 1254–m. 1284). Para el presente trabajo nos basaremos en el manuscrito más antiguo que se conserva, copiado en el Escritorio real de Sancho IV, ca. 1290, en el que se recoge tan sólo la I Partida (manuscrito de 1290). En segundo lugar, en el texto que preparó Alonso Díaz de Montalvo para darlo por primera vez a la imprenta por encargo de los Reyes Católicos en 1491 (1491). Por último, en la que A. García Gallo califica como la *vulgata* de esta compilación de derecho castellano y que Carlos V sancionó en 1555 y en la cual se fijó el texto que sería reeditado a partir de ese momento; nos referimos a la edición de Gregorio López de Tovar ([1555] 1885). En este estudio las citas textuales proceden de la primera versión aportada como referencia y a continuación van las correspondientes a las otras dos analizadas.

En nuestra opinión, el texto clásico de la arquitectura en relación con el derecho es el de Vitruvio ([ca. 25 d.C.] 2000, I, 1, 10):[1]

> Es necesario también que el arquitecto conozca el derecho, al menos el que se refiere a las paredes medianeras, las servidumbres prediales de goteras, de desagües y de luces; igualmente el derecho que se refiere a las servidumbres prediales de acueductos y otras parecidas, para poder adoptar las medidas oportunas y evitar así que, una vez terminadas las obras, surjan controversias entre los propietarios; estos conocimientos jurídicos le darán capacidad para aconsejar con prudencia a los arrendadores [propietario y promotor] y arrendatarios [constructor] pues si los contratos están redactados competentemente se librarán de fraudes recíprocos.

Por otra parte, para comenzar conviene hacer una matización en relación con nuestro término genérico de «construcción». En efecto, la ley 5ª del título 20 de la II Partida establece la diferencia entre «labor» y «obra»:

> Que partimiento [× diferencia] ha entre labor y obra. Labor y obra como quier que se han fechas por maestria, departimiento [× diferencia] ha entre ellas, ca labor es dicha aquellas cosas que los onbres fazen trabajando en dos maneras. La una por razon de la fechura. La otra por razon del tiempo asi como aquellos que labran por pan y por vino y guardan sus ganados o que fazen sus cosas semejantes de estas en que reçiben trabajo y andan fuera por los montes o por los canpos y han por fuerça a sofrir rio y calentura segund el tienpo que faze. E obra son las que los onbres fazen estado en casas o en lugares encubiertos asi como los que labran oro y plata y fazen monedas y armas y armaduras ([1290] 1491, fol. 112r; 1555, 330).

Así pues, según lo anterior, nuestro concepto de «construcción» se asimilaría al de «labor» —por ra-

zón del resultado final—, mientras que la «obra» vendría a coincidir con lo hecho en el taller por el «artesano» —por razón del lugar cerrado o cubierto en que se hace. Aunque debemos tener en cuenta que en la construcción llega un momento que lo construido se convierte en lugar cubierto en el cual se realizan obras de acabado y decoración. Por tanto, en relación con ello en la construcción se aplicarían los tres requisitos de «la obra bien hecha» que señala esta misma ley: 1°, que se haga lealmente; 2°, que se termine; y 3°, que se haga con diligencia.

TIPOLOGÍA DE LOS SUELOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Con base en la tradición del Derecho Romano, las Partidas observan la tipología de los suelos. En primer las *res communes* —el aire, el agua de lluvia, el agua fluvial, en cuyas riberas comunales no se puede construir, y los mares, en cuyas costas se puede incluso construir— que en las Partidas se denominan como las «cosas comunales»; subsumiendo en esta categoría las que el Derecho Romano distingue como las *res publicae* —que pueden ser tanto muebles como inmuebles—, cuya titularidad corresponde al *populus Romanus*, y sobre las cuales los ciudadanos (*cives*) tienen el uso (*uti*) y, excepcionalmente por concesión de los magistrados, el disfrute (*frui*).[2] Como es sabido y comprensible, en la Edad Media tiene gran relevancia la categoría jurídica romana que distingue entre las *res sanctae*, es decir, los muros, murallas y puertas de las ciudades: «Santas cosas son llamados los muros e las puertas de las cibdades e de las villas»,[3] y las *res sacrae*: «Sagradas cosas dezimos que son aquellas que consagran los obispos asi como las eglesias e los altares de ellas e las cruzes e los calices e los ascensarios e las vestimentas e los libros . . . Otrosi dezimos que maguer [× aunque] alguna eglesia segrada se derribe aquel lugar o fue fundada siempre finca [× queda] sagrada».[4] Por último, también tenemos las *res religiosae*: las ermitas, los monasterios de las ordenes y de las iglesias, los hospitales y los albergues, los oratorios y las capillas y las sepulturas.[5]

CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN

Las Partidas ofrecen en abstracto los dos modelos de contrato de construcción —denominado en las *Partidas* como «carta de la labor»— que podemos distinguir entre el contrato público —entre el rey y el constructor— y el contrato privado —entre el particular y el constructor:

PÚBLICO
Como deven fazer las cartas de las labores que el rey manda fazer. Si labores mandare el rey fazer de castillos o puentes o navios o de otras cosas quales quier por preçio señalado debe y [× allí] aver dos cartas partidas por a. b. c. la una que tenga el rey y la otra aquel que quiere de fazer la labor por que el rey sepa lo que ha adar [× ha de dar] y el otro lo que ha de fazer y deven ser fechas en esta guisa. Como sepan los que la carta vieren que tal rey pone con tal maestro o con tal onbre que le faga tal labor y y en tal lugar y en tal manera y deve se y [× allí] todo escrevir como se ha de fazer y fasta que tiempo y el rey que ha de dar tanto aver o tal galardon en preçio de aquella obra. E si aquel que la labor ha de fazer o de conplir pusiere alguna pena sobre si deve ser puesta en la carta y deve separar a ella si no cunpliere la obra asi como en la carta dize conpliendo el rey el aver o el galardon asi como fuere puesto. E estas cartas deve fazer escrivano del rey o escrivano de consejo y con testigos y ser selladas con el sello del rey. E si escrivano de consejo escriviere la carta si alguna cosa otorgare en ella el rey debe ser escripto por manos de sus escrivanos.[6]

PRIVADO
Como debe ser fecha la carta de la labor que un onbre promete de fazer a otro. Labores prometen a las vegadas los onbres de fazer unos a otros. E la carta debe ser fecha en esta guisa. Sepan quantos esta carta vieren como Pero Mertines el escrivano prometio y otorgo y obligose al dean de Toledo de escrevirle el testo de tal libro diziendo señaladamente su nonbre y que gelo [× se lo] escriviria y que gelo [× se lo] continuaria fasta que fuese acabado de tal letra qual escrivio y mostro en la primera foia de este libro ante mi fulano escrivano publico que fize esta carta y los testigos que son escriptos en ella. E otrosi prometio el sobredicho escrivano de non trabaiarse de escrevir otra obra fasta que sea acabada este libro. E esto prometio de fazer por precio de treinta maravedis de los quales otorgo y vino manifiesto que avia reçebido diez del dean sobredicho y los otros maravedis deven ser pagados en esta manera: los diez quando fuere escripta la meatad del libro, y los otros diez quando fuere acabado. Y todas estas cosas y cada una de ellas y cetera [× etcétera] deven ser puestas en esta carta. asi como de suso diximos en la fin de la carta del alquiler de las casas. E si por aventura prometiere un onbre a otro de fazer casa o torre o otra labor debe el escrivano publico que ha de fazer la carta catar afincadamente [× probar hincadamente] lo que pro-

meten la una parte y la otra y poner en la carta primeramente la postura del uno y despues la del otro y en fin de la carta poner aquella palabra general que dize. E todas estas cosas sobre dichas y cada una de ellas que prometieron la una parte a la otra y cetera [× etcétera]. Asi como diximos en la carta del alquiler de la casa.[7]

Las *Partidas*, siguiendo al Derecho Romano, cobijan el contrato de construcción —de «labor»— bajo el contrato de arrendamiento de obra —denominado en Derecho Romano como *locatio conductio operis*. En su esquema más general el contrato de arrendamiento de obra es un contrato por el que una persona llamada arrendador «coloca» temporalmente algo en manos de otra persona llamada «arrendatario», que «lleva» aquella cosa. Con los arrendamientos pueden hacerse tres grupos principales:

1. El de la locación de cosa —arrendamiento de cosa—, en la que es el arrendatario (inquilino, para las fincas urbanas, colono, para las fincas rústicas) quien paga una cantidad (*merces* = la renta) por el uso de una cosa (vivienda, por ejemplo).
2. El arrendamiento de obra, en el que es el arrendador [propietario o promotor] quien pagaba la obra por él encargada.
3. El arrendamiento de servicios, en el que no es tanto el esclavo o el libre el que se arrienda sino su trabajo mercenario y, en el caso del libre no puede hablarse ya de «cosa arrendada», siendo arrendador el mismo hombre libre que trabaja, como hacen los esclavos a cambio de una *merces*, de donde *mercenarius*.

En relación con la modalidad que nos interesa en este momento, el arrendamiento de obra, la actividad a desarrollar por el arrendatario —el constructor— puede ser de lo más variada y no sólo la constructiva, en la cual el constructor recibe materiales para construir con ellos. Si el constructor aporta los materiales, de todas formas no por ello se considera el contrato como compraventa sino que se sigue configurando como contrato de arrendamiento de obra por la consideración de que basta con que el propietario aporte el suelo, por ser éste lo que tiene entidad fundamental en el contrato.

Ahora bien, en el contrato de arrendamiento de obra se deben distinguir dos tipos. En el primero, la misma cosa entregada sobre la cual el arrendatario realiza la actividad convenida, debe ser restituida al arrendador: *idem reddetur* = devolver lo mismo. Es el caso de los vestidos entregados para su limpieza, o la mercancía para ser transportada. En el segundo, la cosa se entrega para ser transformada en algo distinto, como consecuencia de la actuación del arrendatario: lingote de oro para hacer anillos, materiales de construcción para hacer una casa. En estos casos no hay obligación de «restituir lo mismo» que se ha recibido sino otra cosa o cosas del mismo género: no el *idem* sino una cosa *eiusdem generis*. Según esto, las cosas que se entregan en este contrato de arrendamiento de obra no es ni los anillos ni la casa —que no existen materialmente en el momento del contrato para poder ser arrendados— sino la plata, el oro o los materiales de construcción que entrega el arrendador.

Los anteriores tres tipos de contratos de arrendamiento quedan perfectamente en todo el título 8 de la 5ª *Partida:* «De los logueros e de los arrendamientos»:

Aloguero es propiamente quando un ome loga (= arrienda) a otro obras que ha de fazer con su persona, o con su bestia, o otorgar un ome a otro poder de usar de su cosa, o de servirse della, por cierto precio, que le ha de pagar en dineros contados. Ca si otra cosa recibiesse, que no fuessen dineros contados, non seria loguero mas seria contracto innominato: asi como diximos en la postrimera ley del título de los cambios. E arrendamiento segund el lenguaje de España: es arrendar heredamiento. O almoxerifadgo: o alguna otra cosa por renta cierta que den por ella. E aun ha otra manera, a que dicen en latin afletamiento que pertenesce tan solamente a los logueros de los navios (5ª *Partida*, tít. 8º, Ley 1º).[8]

RESPONSABILIDAD POR LA CONSTRUCCIÓN

Del contrato de arrendamiento de obra se derivan las siguientes obligaciones para el constructor.

1. El contrato de arrendamiento de obra produce una obligación de *facere* —de hacer. Por tanto, indivisible y con posibilidad de valerse de personas subordinadas, pues se debe la obra terminada, no necesariamente el trabajo. En cambio, el contrato de arrendamiento de servicios da lugar a una obligación de *dare*, divisible y personalísima.

2. El contrato de arrendamiento de obra presupone la existencia de un trabajo cualificado.
3. Desde el punto de vista económico-social en el contrato de arrendamiento de obra no existe relación de dependencia entre el constructor (arrendatario) y el promotor de la obra (arrendador). En efecto, en este contrato la obligación es de entregar la obra terminada, es decir, restituir la cosa que se recibió transformada, pero conservando el arrendatario constructor una independencia absoluta y esencial respecto del que paga la *merces* (× la renta), el arrendador. Éste, a su vez, no tiene más que un derecho de control, a ejercitar en el momento de la entrega del *opus factum*. Lo anterior determina que en el contrato de arrendamiento de obra o contrato de construcción la responsabilidad del arrendatario (constructor) incluya la *custodia* por la pérdida o deterioro de la cosa entregada, e incluso responde por los deterioros causados debido a la *imperitia* tanto del mismo constructor como de sus subordinados o auxiliares, así como del *vitium aedium* (defecto del edificio) apreciable en el momento de la entrega de la obra finalizada. Sólo quedaba el riesgo de pérdida o deterioro debido a fuerza mayor (*periculum*) a cargo del arrendador (promotor),[9] y la responsabilidades en los accidentes profesionales sufridos por las personas dependientes a cargo del arrendatario (constructor).[10]

La unidad material o formal de la construcción

La ley 38 del título 28 de la 3ª *Partida* dice lo siguiente:

> Si algund ome labra algun edificio de piedra o de madera agena, cuyo debe ser el señorio. Metiendo algund ome en su casa o en alguna otra obra que fiziesse cantos [× sillar], o ladrillos, o pilares, o madera o otra cosa semejante que fuesse agena despues que alguna destas cosas fuere asentada, e metida en labor, non lo puede demandar aquel cuya es, e gana el señorio della aquel cuya es la obra, quier aya buena fe, quier mala en metiendola y [× allí]. E esto tovieron por bien los sabios antiguos que fuesse guardado, por apostura e por nobleza de las cibdades, e de las villas, que las obras que fueren y [× allí] fechas, non las derriben por tal razon como esta. Pero tenudo es de dar el precio doblado de lo que valiere la cosa a aquel cuyo era.[11]

Como es sabido, en la construcción es múltiple el número de cosas simples que se transforman para llegar al *opus iam factum* (× obra perfecta). Pues bien, a esas materias «transformadas» es a lo que los juristas llaman *nova species*. Ahora bien, si la materia se ha transformado de tal manera que su propietario no puede reivindicarla como subsistente, la *nova species* pertenecía —según la escuela jurisprudencial proculeyana— al especificador[12] (*suo nomine*) o a aquel en cuyo nombre (*alieno nomine*) se hizo el trabajo, naturalmente indemnizando al propietario de la materia prima. En cambio, para la escuela jurisprudencial sabiniana, la *nova species* pertenecía al propietario de la materia prima, naturalmente indemnizando el trabajo del especificador. En esta discusión de escuelas jurisprudenciales terminó prevaleciendo la escuela proculeyana, pero con la matización de que sólo si la especificación[13] es irreversible. Por esto último se comprenderá fácilmente que el principio de la *nova species* se aplica más a las cosas muebles que a la construcción (inmueble) en la cual casi todos los elementos simples son irreversibles, salvo el caso de demolición, pero entonces los materiales de construcción deben subsistir íntegramente:

> Cuando alguien hubiera hecho por su cuenta un objeto con material ajeno, piensan Nerva y Próculo que es propietario de ese objeto el que lo hizo, ya que ese objeto no pertenecía a nadie antes de hacerse; [en cambio], Sabino y Casio creen que es más natural que el que era propietario del material lo sea también de lo que se ha hecho con ese material, ya que sin material no puede hacerse objeto alguno. Digesto 41, 1, 7, 7 (Gai. 2 *cott.*).[14]

Lo anterior nos introduce en un planteamiento jurídico de máxima importancia en relación con la construcción: ¿las *aedes* —edificio— es una unidad material o una unidad formal? A este propósito conviene recordar nuevamente a Vitruvio que también señala que el arquitecto «debe haber oído con aprovechamiento a los filósofos» (Vitruvio [ca. 25 d.C.] 2000, I, 1, 14). Esta referencia de Vitruvio no es un mero recurso retórico del autor. En efecto, una vez asimilada por los romanos —conforme a su temperamento práctico— la filosofía griega, esta se concretó en dos corrientes filosóficas. Primera, la corriente de

la filosofía peripatética (Aristóteles); segunda, la corriente del estoicismo nuevo, es decir, el romano o imperial (Séneca, Epicteto y Marco Aurelio). Como en tantas manifestaciones de la civilización romana, esas dos corrientes filosóficas se proyectaron en la jurisprudencia romana: la escuela jurisprudencial proculeyana (peripatética) y la escuela jurisprudencial sabiniana (estoica). Desde una y otra perspectiva filosófica y estética, una y otra escuela jurisprudenciales dieron respuestas contrarias —que no contradictorias— a aquella pregunta. Si tenemos en cuenta que los peripatéticos dan preferencia a la forma de las cosas mientras los estoicos dan preferencia a la materia de las cosas, podemos intuir, sin necesidad de ser juristas, la respuesta que dieron aquellas dos escuelas jurisprudenciales clásicas. De esas dos respuestas se derivan las más importantes consecuencias jurídicas. Pero antes de formular y explicar la respuesta a aquella pregunta, veamos unos principios jurídicos previos que formulamos siguiendo el proceso de la construcción más que la sistemática jurídica:

1. De la escuela proculeyana se deriva la categoría de cosa inmueble por destinación; es decir, aquella cosa por naturaleza mueble pero destinada al servicio de un inmueble.
2. De la escuela sabiniana se deriva la categoría de cosa inmueble por adhesión; es decir, aquella cosa por naturaleza mueble pero unida materialmente a un inmueble.
3. De la escuela sabiniana se deriva el principio *superficies solo cedit* = lo que se siembra (*seminatio*), planta (*plantatio*) o se edifica (*aedificatio*) en un inmueble accede[15] al propietario del inmueble; Gai 2, 73.[16]

Por otro lado, lo que otro edifica en terreno nuestro, aunque lo edifique por su cuenta, se hace nuestro por derecho natural, porque la construcción cede al terreno.

Volviendo al tema que nos ocupa sobre la unidad material o formal de la construcción, nos encontramos, en primer lugar, con la respuesta de un jurista de la escuela jurisprudencial sabiniana.

Hay tres clases de cosas: una, la de lo que constituye una unidad singular y se llama en Griego *henomenon* (u objeto continuo), como un es clavo, una viga, una piedra, etc.; otra la que consta de cosas unidas, es decir, de varias cosas coherentes entre sí, que llaman en Griego *synemme* (u objeto unido), como un edificio, una nave, un armario; la tercera, la que consta de cosas sueltas, como varios objetos no independientes y reunidos bajo un solo nombre, como el pueblo, una legión o un rebaño. (Digesto 41, 3, 30 pr.) (Pomp. 30 *ad Sap*).

Así pues, según el jurista sabiniano Pomponio, pueden considerarse simples todas aquellas cosas *quae unu spiritu continetur*, mientras que son compuestas las que están formadas por la cohesión de otras, bien *ex contingentibus* (× con unidad material), bien *ex distantibus* (× con unidad formal). Observamos aquí la distinción entre lo simple y lo compuesto, junto con el matiz diferenciador de las cosas compuestas entre aquellas formadas por cosas en contacto material y aquellas otras constituidas por *corpora plura non soluta* o *per membra separata* (= varias cosas separadas materialmente pero unidad funcional u ornamentalmente). En cambio, podemos ver claramente el concepto de unidad ideal o funcional de la escuela jurisprudencial proculeyana en:

> Dice Labeón que la cobertura de tablas que se quita en verano y se pone en invierno es parte de la casa, pues esas tablas están des tinadas a un servicio fijo, y no hace al caso que se quiten por temporadas. (Digesto 50, 16, 242, 4) (Jav. 2 *post. Lab*).

Y en Digesto 33, 7, 12, 24 (Ulp. 26 *ad Sap*):

> Las cañerías, canalones, pilas y otras piezas necesarias para el agua corriente así como las cerraduras y las llaves son parte de la casa más que pertenencias de la misma

Se comprenderá fácilmente que el desarrollo urbanístico de una sociedad normalmente determina que el concepto de unidad material de la construcción sea paulatinamente desplazado por el concepto de unidad ideal o funcional. Concepto ideal que contempla la construcción como una sede unitaria, compuesta por variadísimos elementos y materiales, unos físicamente unidos al inmueble y otros vinculados a él por razones ya sea de utilidad, de servicio, de confort o artísticos.[17]

Conflictos jurídicos en la construcción: vedamiento de obra nueva

El título 31 de la 3ª *Partida* trata «De las servidumbres que han unas cosas en otras, e como se pueden poner».[18] La ley 1º de dicho título define así las servidumbres prediales:

> propiamente dixeron los sabios que tal servidumbre como esta es uso que ome ha en los edificios, o en las heredades agenas para servirse dellas a pro de las suyas.[19]

Esa misma ley distingue las servidumbres prediales en *urbanas* y *rústicas*. Las primeras son el uso limitado y permanente de un edificio por otro de distinto dueño, y las segundas son el uso limitado y permanente de un predio por otro de distinto dueño. La ley 2ª señala las principales servidumbres prediales urbanas:[20]

1. La servidumbres de apoyo de viga: «quando la una casa ha de sufrir la carga de la otra poniendo en ella pilar, o coluna sobre que pusiesse su vezino viga para fazer terminado o camara o a otra lavor semejante della».
2. La servidumbre predial urbana de luces: «o para abrir finiestra por do entre la lumbre a sus casas».
3. La servidumbres de dejar caer el agua de lluvia desde el tejado: «o aver la una casa a recebir el agua de los tejados de la otra».
4. La servidumbres de dejar caer el agua de lluvia por un canalón: «que vengan por canal, o por caño».
5. La de impedir que el vecino eleve su edificación más alto: «o aver tal servidumbre, la una casa en la otra, que la nunca pudiesse mas alçar de lo que era alçada».
6. La servidumbres de derecho de vistas: «que fue puesta la servidumbre porque le non pueda toller [× quitar] la vista, nin la lumbre, nin descubrirle sus casas».
7. La servidumbre predial urbana «de entrar por la casa o por el corral de otro a la su casa o a su corral».

La ley 3ª señala como principales servidumbres prediales rústicas las siguientes:[21]

1. La servidumbre predial rústica de paso, en sus tres modalidades de «senda» o paso a pie, de «carrera» o paso de ganado, y de vía o paso de todo tipo «en la heredad agena para entrar, o salir en la suya».
2. La ley 4ª señala la servidumbre predial rústica de acueducto:[22] «assi como por acequias, e por los otros ciertos lugares por do passan aguas para molinos, o para regar huertas o las otras heredades».
3. Las leyes 5ª y 6ª tratan de la servidumbre predial rústica de extracción de agua.[23]

Así pues, nos encontramos con que en relación con las servidumbres prediales urbanas y rústicas en ellas estos dos términos tienen una significación más restringida y distinta a la más habitual de lo urbano —lo que se refiere a la ciudad— y lo rústico —lo que se refiere al campo. En nuestro tema lo urbano se refiere a un edificio independientemente de su localización en la ciudad o en el campo, y lo rústico se refiere a un predio no edificado, independientemente de su localización en la ciudad o en el campo.

Para comprender cabalmente la íntima relación del derecho de servidumbre predial urbana —sobre todo— o rústica, debemos tener en cuenta fundamentalmente que las servidumbres se denominan prediales porque se constituyen para que la ventaja del uso permanente sea directa a favor y en contra de los predios de distinto dueño, favoreciendo o gravando sólo indirectamente a los respectivos propietarios, o a aquellos que puedan obtener la ventaja del uso permanente limitado por concesión en precario, o a aquellos que deban tolerarlo. Es el predio dominante el que se beneficia directamente del uso permanente, y es el predio sirviente el que padece directamente el gravamen.

El título 32 de la 3ª *Partida* trata «De las lavores nuevas como se pueden embargar que se non fagan, e de las viejas que se quieren caer, como se han de fazer, e de todas otras lavores».[24] La ley 1ª del mencionado título define así la (obra) «lavor nueva»:

> toda obra que sea fecha, e ayuntada por cimiento nuevamente en suelo de tierra, o que sea començada de nuevo sobre cimiento, o muro, u otro edificio antiguo: por la cual lavor se muda la forma, e la facion de cómo antes estava. E esto puede avenir labrando, o edificando ome y mas, o sacando ende algunas cosas, porque este mudamiento contezca en aquella labor antigua.[25]

Ahora bien, el daño[26] que nos interesa en relación con la construcción es el determinado por la misma actividad de hacer una obra (*vitium operis quod fit*) —los otros dos son el daño determinado por un defecto del suelo (*vitium loci*) y el determinado por un defecto del edificio (*vitium aedium*).

Volviendo al título 32 de la 3ª *Partida*, a partir de la ley 2ª hasta la final ley 26 de ese título, regulan todo el proceso de «vedamiento de la lavor nueva». Resumidamente: ese vedamiento es de tres tipos. Primero, el que tiende a la tutela de un derecho privado, sea de un derecho de servidumbre predial, sea del mismo derecho de propiedad: en el primer caso, el vedamiento se interpone en relación con el derecho de servidumbre predial del que se es titular. Segundo, el que tiende a la tutela de un derecho público cuando la actividad constructiva se realiza ilegítimamente en «cosa comunal» o en un río público o en la ribera de un río público o en un lugar santo, sagrado o religioso. El tercero —que no nos afecta— es el que tiende a la tutela de inmueble propio por la amenaza de ruina de un edificio vecino por *vitium aedium*. El vedamiento de la lavor nueva paraliza la «labor». Si el que construye se opone corre el riesgo de sufrir la demolición, a su costa, de lo construido. A vía de ejemplo veamos lo dispuesto en la ley 5ª:

> Embarganse a las vegadas las servidumbres por las lavores nuevas que los omes fazen a las vezes en aquellos lugares do las han. E por ende dezimos que si aquel a quien devian la servidumbre en casa, o en otro edificio se sintiere agraviado de la lavor que fagan nuevamente que le sea a destorvo della, que la puede vedar en alguna de las maneras que de suso diximos: mas si la servidumbre fuese atal que la deviesse una heredad a otra, assi como senda, o carrera, o via, o aguaducho: entonces aquel a quien devian esta servidumbre, non podría vidar la lavor nueva que fiziessen contra ella, en la manera que de suso diximos. Pero bien se podria quexar al judgador de aquellos la la mandassen fazer. E si el fallare que la fazen a tuerto, devela mandar desfazer, e entregar al otro de los daños, e menoscabos que oviesse recebido por esta razon.

Conclusión

La elección de esta fuente jurídica creemos está sobradamente justificada por las siguientes razones:

1. Es resultado de una extraordinaria síntesis realizada por lo jurisconsultos del rey Alfonso X, en las primeras décadas de la unión definitiva de la corona de Castilla obtenida por Fernando III en 1230. En el origen de este reino fusionado se mantuvo un notable grado de diferencia jurídica, entre los territorios procedentes de León y de Castilla, desigualdad que se fue fundiendo en la segunda mitad del siglo XIII. Desde el origen la política jurídica de los reyes de Castilla fue más compleja y ambiciosa que la de otros reinos de la península Ibérica y de otros estados europeos, lo cual se percibe de modo destacado en la labor emprendida por Alfonso X al que se atribuyen tres obras fundamentales.[27] No es exagerado decir que las *Partidas* son la obra más importante y famosa de los derechos hispánicos, en ella no se recoge sólo el antiguo Derecho de Castilla sino el Romano, Canónico y Feudal: el «Ius Commune», la causa de esta innovación en la tradición jurídica es un asunto debatido entre los juristas actuales proponiéndose que quizá se debió a las aspiraciones de Alfonso X, el cual preparó un proyecto legislativo universal ligado al Imperio, pues desde 1256 aspiró a ser elegido emperador. Pronto las *Partidas* adquirieron un prestigio enorme entre juristas, políticos, y demás escritores, y para todos fue durante seis siglos obra de obligada lectura y consulta. Desde el siglo XIV fue traducido a todos los idiomas de la península Ibérica y aún en el siglo XIX se tradujo al inglés para aplicarlo en los territorios de los Estados Unidos de Norte América que pertenecieron a España. En estos seis siglos de vigencia de las *Partidas* (por lo menos desde 1348 hasta bien entrado el siglo XIX) también se conocieron momentos de gran resistencia de villas, ciudades y nobles que se oponían a su aplicación: la más importante fue en las Cortes de Segovia de 1347 cuando se protestó enérgicamente contra la aplicación de un Derecho, el Romano-Canónico, ajeno a la tradición castellana. Asimismo debemos destacar que las *Partidas* están redactadas en un estilo elegante y un lenguaje puro, y cada una de ellas sobre la sistemática del Corpus Iuris Civilis desarrolla tanto las que llamamos materias de derecho público, como las que llamamos de derecho privado, más las instituciones de derecho canónico.[28]

2. La elección de este extraordinario texto jurídico, hasta el momento no estudiado como referente de la construcción, tiene gran relevancia por haber sido de demarcación nacional, por su carácter modélico entre los códigos jurídicos de otros reinos europeos, por su riquísimo contenido y profunda manera de

abordar los temas, permitiendo repasar la actividad constructiva por medio de una visión completa de los problemas jurídicos que esta provocaba.

3. Todavía adquiere mayor importancia si consideramos que las fuentes para la Historia de la Construcción medieval son muy escasas, siempre y sin excepción abordan temas muy específicos, en un estilo descriptivo y nada especulativo, con una extensión muy limitada. Carecemos de obras en las que se de una visión general o específica profunda sobre la arquitectura o la construcción, ciertamente no nos ha llegado y probablemente nunca se escribió ninguna reflexión teórica de los distintos campos de interés de la edificación. Sólo nos han llegado fuentes sobre conocimientos especulativo que pueden afectar indirectamente a la arquitectura procedentes de la filosofía, en concreto de estética.

Por el contrario, las fuentes sobre la construcción medieval contienen informaciones descriptivas de los procesos de las obras siempre muy breves y redactados con distintos fines: conservamos unos pocos contratos y algunos escritos que entre otros asuntos pueden incluir aspectos referentes a la funcionalidad de los espacios construidos, o la simbología de las partes y elementos de los inmuebles. Estos últimos contenidos los hallamos por un lado en las crónicas monacales creadas para trasmitir momentos destacados de la vida de una comunidad, en ellas se refieren con distinto interés detalles de obras. Otras tipologías de fuentes que nos puede servir son la literatura simbólica; también contamos con las disposiciones normativas otorgadas por las ordenes religiosas referentes a la vida de perfección y los edificios del monasterio necesario para ello. No podemos olvidar dentro de la literatura técnica los recetarios y cuadernos de taller, fueron creados como «instrumentos de memoria» escritos o dibujados. Entre ellos es sobradamente conocido el álbum de Villard de Honnencourt, un cuaderno de dibujos con glosas que pudo surgir como cuaderno de notas, y que el propio autor finalmente destinó a la formación de los estudiosos de la arquitectura a quienes dedicó el álbum, modernamente se le califica como la fuente de arquitectura y construcción más importante de la Edad Media. No dudamos que con idéntica valoración podemos catalogar los contenidos de la *Siete Partidas* pues el carácter de la información contenida en ellas es de igual interés que el mencionado álbum.

4. En otro orden de cosas parece muy acertada la elección metodológica de la comparación de los tres más importantes ejemplares de las *Siete Partidas*, nos permitirán conocer el camino histórico recorrido por este código jurídico, pues cuando tantos años han transcurrido entre la redacción y su fijación por la imprenta es inevitable que los contenidos hayan experimentado modificaciones. De las tres versiones del código estudiadas, una del siglo XIII es el manuscrito más antiguo de las *Partidas* (el original, surgido de la escribanía de Alfonso X, no se ha conservado) y las otras las dos primeras ediciones impresas: corresponden a los textos de Alonso Díaz de Montalvo de 1491, y la de Gregorio López de 1555. Esta selección nos permiten realizar un estudio comparado de todo el periodo en que sufrió alteraciones desde su creación hasta la fijación definitiva. En síntesis podemos anticipar que la información trasmitida por las dos impresiones respetan en lo sustancial el texto del manuscrito más antiguo conservado, aunque en las impresiones de 1491 y 1555 frecuentemente se cambian términos, se altera el orden de las leyes, y se añaden glosas jurídicas, preferentemente son adiciones de los contenidos, procedentes de las nuevas leyes surgidas antes de cada impresión, entre ellas destacan las aportaciones del Ordenamiento de Alcalá (1348) y otros códigos, todos ellos anteriores a la última impresión de Gregorio López de 1555.

5. Por último podemos concluir manifestando que los contenidos sobre construcción, abordados en las *Siete Partidas*, agotan lo fundamental que se puede legislar en cualquier época sobre construcción, no olvidando para esta consideración las circunstancias históricas en que se dio. Finalmente, por todas estas causas debemos anunciar que este trabajo es la propuesta de las líneas directrices de una más completa investigación que verá la luz próximamente en una publicación de mayor extensión.

Notas

1. Marco Vitruvio, arquitecto e ingeniero romano, contemporáneo del emperador Octavio Augusto (63–14 d.C.). Debe su fama al tratado *De architectura* que ha conservado la teoría y técnica de la arquitectura y de la ingeniería romana; escrito a fines de su vida, apareció hacia el 25 a.C.
2. (Alfonso X [1290] 1491, f. 227v., 3ª *Partida*, Tít. 28, Leyes 4 y 5); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 463, 3ª *Partida*, Tít. 28, Leyes 9 y 10).

3. Debemos aclarar que en la teología pagana romana la cosa o persona santa es aquella cosa o persona asumida y en consecuencia protegida por los dioses celestiales, mientras la cosa o persona sacra es aquella cosa o persona sólo ofrecida a los dioses celestiales. (Alfonso X [1290] 1491 f. 228r., 3ª *Partida*, Tít. 28, Ley 14); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 464, 3ª *Partida*, Tít. 28, Ley 15).
4. (Alfonso X [1290] 1491 f. 228r., 3ª *Partida*, Tít. 28, Ley 8); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 464, 3ª *Partida*, Tít. 28, Ley 13).
5. (Alfonso X [1290] f. 81r., 1ª *Partida*, Tít. 12, Ley 2); (Alfonso X [1290] 1491, f. 48v., 1ª *Partida*, Tít. 12, Ley 1); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 253, ídem).
6. (Alfonso X [1290] 1491, 3ª *Partida*, Tit. 18, Ley 16, f. 193r); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 423 ídem).
7. (Alfonso X [1290] 1491, 3ª *Partida*, Tit. 18, Ley 75, f. 203r); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 434, ídem).
8. (Alfonso X [1290] [1555] 1885), 538); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 296v).
9. (Alfonso X [1290] 1491, fol. 298v., 5ª *Partida*, Tit. 8, Ley 19); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 391v., 7ª *Partida*, Tit. 33, Ley 11); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 540 y 664).
10. (Alfonso X [1290] 1491, fol. 391v., 7ª *Partida*, Tit. 15, Ley 20); (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 642, 7ª *Partida*, Tit. XV, ley XX).
11. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 467, 3ª *Partida*, Tít. 28, Ley 38); (Alfonso X [1290] 1491, f. 231r., 3ª *Partida*, Tít. 28, Ley 37).
12. El que hace una «cosa nueva» con una materia prima.
13. La especificación es la materia prima transformada o manufacturada
14. (Digesta [s. VI d.C.] 1973).
15. Pasa todo ello a ser propiedad del dueño del suelo.
16. (Krüger, Mommsen. eds. 1912).
17. Sobre este tema, véase Murga (1986).
18. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 474–477); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 237r–240r).
19. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 474); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 237r).
20. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 474); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 237v).
21. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 474); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 237v).
22. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 474); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 237v).
23. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 474); (Alfonso X [1290] 1491, 3ª *Partida*, Tit. 31, Ley 6ª y 7ª).
24. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 477–481); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 240r.–243r).
25. (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 478); (Alfonso X [1290] 1491, fol. 240r).
26. El concepto general de «daño» y sus tipos en las *Partidas* nos lo transmite la ley 1ª del título 15 de la 7ª *Partida*: «Daño es empeoramiento o menoscabo, o destruymiento que ome rescibe en si mismo, o en sus cosas por culpa de otro. E son del tres maneras. La primera es quando se empeora la cosa por alguna otra quel mezclan, o por otro mal quel fazen. La segunda quando se mengua por razon del daño que fazen en ella. La tercera es quando por el daño se pierde, o se destruye la cosa del todo» (Alfonso X [1290] [1555] 1885, 640); (Alfonso X [1290] 1491 fol. 389v).
27. El Fuero Real, el Especulo y las *Siete Partidas*.
28. La 1ª *Partida* trata de la Fe Católica y la organización de la Iglesia y sobre Derecho Canónico, es de interés por su información de construcciones. La 2ª trata del poder político. La 3ª trata de Derecho Procesal contiene importantes cuestiones para la Historia de la Construcción, la 4ª se ocupa del Derecho Matrimonial, la 5ª aborda los contratos y el Derecho Civil, la 6ª aborda el Derecho Sucesorio y la 7ª el Derecho Procesal.

Lista de referencias

Alfonso X El Sabio. 1290. *Siete Partidas*. Manuscrito. Londres Britihs Library Add 20.787. Papel 120 ff. 2 cols. Trascripción de. Kasten, Lloyd; John Nitti. 1992–1999. Madrid: ADMYTE (Archivo digital de manuscritos de textos españoles), Micronet.

Alfonso X El Sabio. [1290] 25 de octubre de 1491. *Siete Partidas*. 2 vols. glosadas por Alfonso Díaz de Montalvo. Sevilla: Impr. Meinardo Ungut y Estanislao Colono.

Alfonso X El Sabio. [1290] [29 de agosto de 1555] 1885. *Siete Partidas*, glosadas por Gregorio López de Tovar. Salamanca: Andrea de Portonaris. Véase Martínez Alcubilla, M. 1885. Códigos Antiguos de España. En *Colección completa de todos los códigos de España desde el Fuero Juzgo hasta la Novísima Recopilación,* Vol. 1, 161–684. Madrid.

Krüger, P.; Th. Mommsen, W. Studemund. eds. 1912. *Gai institutionum commentarii 4*. Collectio librorum iuris anteiustiniani, vol. I,. Berolini.

Mommsen, Th.; P. Krüger. eds. 1973. *Digesta [s. VI d.C.]. Corpus Iuris Civilis*. Vol. 1: Institutiones. Dublin / Zürich.

Murga. J. L. 1986. *El edificio como unidad en la jurisprudencia romana y en la lex*. Sevilla.

Vitruvio, Marco ca. 25 a.C. *De architectura*. En Agustín Blánquez. ed. 2000. Barcelona. Edición del manuscrito latino Harleian 2.767, Frank Granger. ed. y traduc. al inglés. 1955. Mass.: Harvard University Pres.

El cimborrio de la «magna hispalense» y Juan Gil de Hontañón

Begoña Alonso Ruiz

El 28 de diciembre de 1511 se cayó el cimborrio de la gran catedral de Sevilla como consecuencia del derrumbe del pilar toral noroeste afectado desde el llamado «terremoto de Carmona» que sufrió la ciudad en 1504. El efecto de tal derrumbe fue la caída de las bóvedas del crucero con tres de sus arcos torales y del coro, afectando a la capilla mayor. Así, de momento, se frenaba el final de la obra de un amplísimo templo gótico —el mayor de la Cristiandad— ya casi concluido en lo fundamental.[1]

De este primer cimborrio poco más sabemos: se debía a la mano experta de Simón de Colonia (maestro de la obra hispalense entre 1495 y 1498), aunque fue levantado por el otro maestro de la obra, Alonso Rodríguez, documentado en la fábrica desde 1496 y despedido tras el derrumbe. El historiador Ortíz de Zúñiga nos hablaba del riesgo de esta primera construcción: «Auia el artífice, que concluyó la obra de nuestra Santa Iglesia, atreuidose a cargar sobre los quatro pilares; que hazen centro a su crucero, maquina tan alta, que descollando casi otro tanto sobre el Templo, llegaua casi a igualar el primer cuerpo de la torre, en que no se dexaua de rezelar riesgo».[2] Por esta razón su construcción debió ser conflictiva ya que el 4 de diciembre de 1504 se pagaba a cuatro maestros albañiles y carpinteros de la ciudad por sus pareceres sobre la marcha de la obra después del terremoto. La última piedra del cimborrio se colocó el 6 de octubre de 1506 tras una ceremonia presidida por el anciano arzobispo Deza, gratificando al maestro mayor con 100 ducados. Los problemas constructivos, herederos sin duda de ese terremoto, empezaron a manifestarse en 1507 cuando se aconsejó al maestro que no viajase fuera de Sevilla ya que «estan dos pilares malos e conviene su presencia para ellos» (Gestoso y Pérez 1890, 2: 45).

La única referencia gráfica sobre como pudo ser este primer cimborrio del templo sevillano se encuentra en la predela del retablo mayor catedralicio, donde podemos contemplar una maqueta que reproduce la capilla mayor como una elevada construcción de planta cuadrada con ojos de buey en los frentes y pináculos góticos en los ángulos. Sin embargo, no llega a reproducirse el cimborrio [como hemos visto, era fama que en altura alcanzaba el cuerpo de campanas de La Giralda] lo que puede indicar que el entallador no pudo reproducirlo al ser un elemento situado en un plano más profundo o que la maqueta debe ser posterior a 1511.[3] Sabemos que este cimborrio estaba decorado con esculturas de barro [pintadas por Pedro Millán en 1504 y el hijo de Antón Pérez en 1509, con la participación de Pedro Fernández, Sebastián de Almonasyr, Pedro de Trillo, Juan Pérez y Jorge Fernández], y azulejería blanca y verde realizada por Niculoso Pisano (Gestoso y Pérez 1890, 2: 46; Lampérez y Romea 1909, 2: 310).

Las primeras visitas

Tan grande fue la catástrofe de diciembre de 1511 como el empeño del cabildo sevillano, apoyado por

la iniciativa real y la de nobles como el duque de Alba, de levantar de nuevo el cimborrio de la «magna hispalense». José Gestoso publicaba en 1890 la nota del libro catedralicio en que se daba noticia del desastre y el interés del cabildo en reconstruirlo «muy mejor e mas fuerte e mas rico como a templo e casa suya adonde es alabado» (Gestoso y Pérez 1890, 2: 48). De hecho, prácticamente tan sólo un mes después del derrumbe el rey recibía la noticia en Burgos; en verano de 1512 concedía 10.000 ducados para tal fin e informaba al deán y cabildo de la catedral sevillana que había ordenado a los maestros Juan Gil de Hontañón, Juan de Ruesga y Martín de Bruselas, entonces en Granada por mandato real, que visitasen la obra sevillana:

> El Rey. Venerables dean e cabildo de la yglesia de sevylla yo enbio a Juan Ruesga e maestre martyn e Juan gil maestros de cataria [sic] pa la obra que se haze en la Capilla Real de la cibdad de granada a los quales he mandado que desde alli vayan a esa ygliesa pa la obra que en ella se haze e hazer por ende y otros en dichos e juntamente con los otros maestros que alla ay hagays e platiquen e vean la mejor manera que se ha de tener pa que la obra se haga en toda perfiçion e como conviene porque yo asi lo deseo de burgos a v de junio de dxii y va signada.[4]

Acudieron a Sevilla Ruesga y maestre Martín con anterioridad al 10 de diciembre de 1512 en que se le pagaba a cada uno 50 ducados, pero Juan Gil no visitó Sevilla ese año, ocupado desde septiembre en la maestría de la catedral de Salamanca. Para entonces también habían informado de la reconstrucción del cimborrio el maestro Enrique Egas y Pedro López, maestro mayor de la catedral de Jaén. En mayo se les pagaban a ambos 20 ducados (a Egas «porque vino a ver la obra de la eglesia la segunda vez») (Gestoso y Pérez 1890, 2: 55).

Así, en el transcurso de 1512 la obra del gran templo sevillano fue visitada por cuatro arquitectos de primera fila, vinculados a obras catedralicias y reales. Juan Gutiérrez de Ruesga entonces era el maestro mayor de la obra de la catedral de Palencia, al servicio del obispo Fonseca también en sus fundaciones de Toro en Zamora.[5] Viajaba a Sevilla junto con el maestro Martín, veedor general de las obras de San Antolín de Palencia, «criado de Su Señoría —Juan Rodríguez de Fonseca—», a quien acompañaba desde su regreso de Flandes.[6] Aunque no se han conservado los acuerdos capitulares de ese año, debemos suponer que la actividad de estos maestros se centraría en informar sobre la mejor manera de reconstruir el derruido cimborrio, quizá con la intención de cubrir el puesto vacante de maestro mayor de la fábrica, tras el despido de Alonso Rodríguez. El arquitecto que mejor debía conocer entonces la fábrica —exceptuando al propio Rodríguez—, sin duda debía ser Enrique Egas, ya que la documentación habla de al menos dos visitas del maestro, avalado ya por importantes encargos reales.[7] Pero estas primeras visitas no debieron satisfacer al cabildo hispalense ya que el cargo de maestro mayor seguía sin cubrirse y la obra continuaba parada.

Tras un viaje a la corte del enviado del cabildo («a donde fue por mandado de sus mercedes sobre los maestros que su alteza abia de mandar venyr para la obra desta santa yglesia»),[8] se convoca a los maestros que, de nuevo, inspeccionaban la capilla real de Granada. Ahora eran Juan de Badajoz, Juan de Álava y repetía Juan Gil de Hontañón.[9] Los tres maestros estaban en Sevilla el 17 de agosto de 1513.[10]

De entre estos tres «maestros mayores de cantería» posiblemente el más inexperto en trabajos de esta índole era Juan de Álava, si bien contaba entonces con una reputada fama como buen profesional en el ámbito salmantino, relacionado con los trabajos del Estudio y la protección de personajes de la relevancia del arzobispo don Alonso de Fonseca o la Casa de Alba; le faltaba, eso sí, la intervención directa en una obra de esta magnitud, pero sus trabajos previos trazando en 1512 una propuesta para la nueva catedral salmantina y su participación en la junta de los nueve maestros para elegir el emplazamiento definitivo de la misma, bien podían servirle como experiencia (Castro Santamaría 2002). Juan de Badajoz «el viejo» le llevaba ventaja en este campo ya que para entonces había trabajado como maestro de obras en la catedral de León, a la que llegaba en 1498 a requerimiento del obispo Valdivieso, y en la de Oviedo desde 1504.[11] Hontañón, por su parte, era entonces maestro de la nueva gran catedral en construcción, la de Salamanca, «respecto [de] su suficiencia, experiencia y peritud» (Chueca Goitia 1951, 34).

Como decíamos, el 17 de agosto de 1513 los tres arquitectos estaban ya en Sevilla. En ese día se comisionó al racionero Francisco López para que se juntase «a los tres maestros de canteria que venieron de granada a ver la obra desta santa yglesia e que les de

de comer a ellos e a sus criados e cabalgaduras lo mejor que pudiere». Por descargos posteriores del racionero sabemos que dio de comer 13 días a Álava y Badajoz y 20 días a Juan Gil, por lo que éste debió permanecer en la ciudad hasta el final de la primera semana de septiembre.[12]

El 26 de agosto el cabildo determinaba para el día siguiente la reunión con objeto de conocer la opinión experimentada de los arquitectos sobre el estado de la fábrica y elegir de entre ellos uno como máximo responsable de la construcción. Para entonces los arquitectos habían visitado ya el templo y dibujado sus trazas de la capilla mayor. Así, el día 27 el cabildo hispalense, presidido por el deán Fernando de la Torre, «hablaron particularmente con juan de badajoz, juan gil e juan alaua, maestros mayores de canteria sobre la obra de la capilla mayor de la dicha santa iglesia y alliende de tres traças que hicieron para la dicha capilla dexaron por escripto su parescer sobre del remedio de toda la yglesia e demás desto dixeron que toda la yglesia e pilares della estauan muy seguros no cargando sobrellos más de lo que agora tiene» (Gestoso y Pérez 1890, 2:56). Ese mismo día se mandaba al racionero que les pagase 100 ducados de oro «por la venyda que vynieron a ver la obra desta santa yglesia pa[ra] que diesen su parescer en el remedio de lo caydo en ella e por las traças».[13]

Por estas mismas fechas debió elaborar Alonso Rodríguez su informe sobre las causas del derrumbe.[14] Lo significativo de este documento es que, a riesgo de inculparse por la ruina del cimborrio, Alonso alude a las pésimas condiciones de la piedra utilizada en la obra (de las canteras de San Cristóbal) y a su mala construcción. Malos materiales y mala cantería son las razones del anterior maestro mayor para justificar el derrumbe del pilar toral; demostrando ese franco carácter del maestro que le habían dado fama de «discreto y buena persona».[15] Se hacían necesarios nuevos materiales y mano de obra especializada en el trabajo de la piedra, lo que no existía en Sevilla y solucionará Juan Gil al renovar la cantería de la catedral con oficiales especializados que se trajo de su otra obra catedralicia, Salamanca.[16]

La maestría de Juan Gil

El 29 de agosto de 1513, «considerada la necesidad de la obra desta santa yglesia determynaron e ordenaron que de agora adelante fasta que sea su voluntad e fuere menester aya dos maestros mayores de canteria e que destos tres juan de badajoz. Juan gil e juan de alava maestros mayores que venyeron a ver la obra desta santa yglesia se tome uno qual quisiere quedar e que a este que quedare se le de por aconpañado alonso rodriguez maestro que solia ser de la dicha obra desta santa yglesia contando que quando algo se oviere de labrar en la capilla mayor desta santa yglesia que se ha de zerrar que estando solo el dicho alonso rodriguez que no haga cosa alguna fuera de la traça que pa[ra] dicha capilla dexare el maestro».[17] También se quiso incorporar al «maestro mayor de cantería» Pedro de Tuesta como tercer arquitecto en el último cabildo de agosto «sy quisiere residir en esta obra desta santa yglesia no embargante que esta recibido juan gil e se ha tomado por su acompañado el maestro alonso rodriguez»; para no grabar en demasía los gastos de la fábrica, el salario de uno de estos tres maestros correría a cargo del arzobispo sevillano. Pero Pedro de la Tuesta no llegó a ir.[18] El cabildo optaba por la maestría doble como ya había ocurrido en tiempos de Simón de Colonia y Alonso Rodríguez; el método solucionaba las ausencias del maestro «de prestigio nacional» con la presencia constante del maestro «acompañante» y el refuerzo que suponía el habitual trabajo del aparejador; así, la continuidad y seguridad de la obra quedaba garantizada.

Juan Gil fue tomado como maestro mayor de la Catedral de Sevilla el 31 de agosto, aunque no fue hasta el 12 de septiembre cuando este nombramiento se hizo oficial: en el cabildo de dicho día, presidido por don Diego López de Arteaga, «tomaron por maestro de canteria pa[ra] la obra desta santa yglesia a Juan gil de hontañon e dieronle de salario cinquenta myll maravedis e veynte cahizes de pan terçiado pagados por sus tercios y el pan por santa maria de septienbre de cada año». Como jornal cada vez que visitase la obra debía recibir 2 reales. El cabildo nombró también a dos canónigos para tomar «seguridad e obligacion del dicho juan gil que servyra a su officio en la dicha obra desta santa yglesia».[19] El contrato se puso en práctica dos días más tarde cuando el cabildo encargaba al arcediano de Niebla que diese a Juan Gil todo el pan que le correspondía en condición de su salario. Habían sido más espléndidos que el cabildo salmantino que le pagaba anualmente 40.000 maravedíes.

Volvamos a la obra, en ese mismo mes de septiembre de 1513 se estaba trabajando en la capilla de San Pedro que mandó hacer el arzobispo Deza, por lo que el cabildo ordenaba entonces proveerla de toda la piedra necesaria.[20] En diciembre consta que «los aparejadores e otros maestros avyan errado cierta parte de una capilla e que dicha rrazon pa[ra] la tornar a hazer e todo a costa de la fábrica»,[21] aunque podía no tratarse de la del arzobispo. Constan ese año como aparejadores Gonzalo de Rozas y Sancho de Herrera, recibiendo los dos su salario de 1.000 maravedíes.[22]

El 13 de febrero del siguiente año, el cabildo arrendaba unas casas en la Calle de las Escobas, (actual Álvarez Quintero) a don Diego de Arteaga «para que more el maestro juan gil porque quando le tomaron por maestro mayor desta santa yglesia se lo prometieron», por valor de 6.000 maravedíes.[23] De hecho, el maestro residió en esas casas varios días entre febrero y marzo de ese año ya que el día 20 de ese último mes se pagaron 500 maravedíes «por ciertos días que estuvo en ellas».[24] Su estancia en marzo coincide con la realización de las trazas para la obra del cimborrio, trazas que se presentan al cabildo el 20 de dicho mes; ese día acordaron que la capilla mayor «que se ha de hazer en logar de zimborrio que se cayo e las otras capillas collaterales desta se hagan conforme a las traças que dellas tiene fechas el maestro juan gil».[25] También ese mismo día crean una comisión que debe visitar al arzobispo para informarle de los acuerdos del cabildo acerca de las capillas de la catedral «pa[ra] que su señoria diga sugerencias».

La obra seguía su curso; el 16 de junio de 1514 el cabildo ordenaba hacer un coro nuevo ya que el anterior había sufrido las consecuencias del derrumbe y «agora esta todo sin las sillas que fuere menester».[26] Ya el mayo de 1513 el albañil encargado de blanquear el sagrario había recibido una recompensa por los andamios que le mandaron quitar ya que «en el choro no avia logar por la cayda del zimborio».[27]

Los problemas de 1515

Aunque parecía que todo estaba claro, a finales de noviembre de 1514 el cabildo decidió en contra del proyecto de Juan Gil; basándose en la supuesta la falta de solidez de los pilares acordaron que ese tramo del crucero se cubriese con carpintería, aunque no se debían escatimar esfuerzos para que la obra fuese lo más suntuosa. El informe es un elocuente documento sobre los riesgos de las fábricas de sillería:

> Acatando la rrelación que avemos tenido de munchos edificios que de boueda de piedra se han fecho en este arçobispado y en otras cibdades destos regnos y fuera del los quales o la mayor parte dellos se han caydo e otros muchos estan a peligro de se caer»; sobre los desacuerdos entre todos los maestros que hasta ese momento había inspeccionado la obra respecto al futuro del cimborrio si se reconstruía en sillería y el unánime acuerdo del cabildo y de maestros sabidores del oficio y de otras muchas personas expertas e que en muchas partidas del mundo han visto cosas semejantes convienen a saber que sería cosa muy segura e sumptuosa e bien paresciente cerrar la dicha capilla de madera e obra de carpinteria (Gestoso y Pérez 1890, 2: 58).

Por ello, el 4 de diciembre de 1514 se llamó a cuatro maestros de albañilería y carpintería de la ciudad de Sevilla..

Mientras, la cuadrilla de Hontañón continuaba trabajando en el coro nuevo y completaba otras obras de la iglesia.[28] La bóveda del coro se cerraba en marzo de 1515, siendo ejecutada por el aparejador Gonzalo de Rozas, antiguo criado de Alonso Rodríguez y, por tanto, gran conocedor de los problemas constructivos del templo sevillano.[29] El cabildo del 3 de octubre decidió gratificar a Rozas y al cantero Diego de Ojevar en recompensa «por lo que trabajaron en la capilla que se fizo e cerro en el anseto [¿transepto?] sobre el coro».[30]

Pero el tema del crucero se enconaba. Como ya había ocurrido en 1504, el cabildo enviaba al peón Juan Granado a Valencia y Barcelona «a llamar a ciertos maestros», por lo que se le pagaba en enero de 1515.[31] Sólo podemos especular sobre la autoría de los llamados ya que los que llegaron a Sevilla [Egas y Álava] no procedían de esos lugares. Juan Gil también fue mandado llamar a Salamanca con anterioridad al 2 de junio de 1515[32] y el 16 de junio ya estaban en Sevilla maestre Enrique Egas y Juan de Álava «que son venidos a ver la obra desta santa yglesia e que de todo lo neçesario».[33] Su visita a la obra se produce entre el día 20 y el 28 de ese mismo mes ya que en esta última fecha en las actas del cabildo se puede ver el descontento ante las soluciones aportadas por los visitantes. Las palabras son contundentes: «Vista la mucha necesidad desta obra que tie-

CANTEROS EN LA CATEDRAL DE SEVILLA BAJO LA MAESTRÍA DE JUAN GIL			
Alemán, Alejo	Entallador, alabastro		1513
Alemán, Juan	Entallador		1513
Alonso de Arisa	Cantero, vz. Pto. de Staª Mª, flete de cantos		Marzo-mayo 1515
Ariza, Alonso	Cantero, vz. de Jerez		1517
Batiza, Alfonso de (puede ser Alonso de Ariza)	Cantero, vz. de Jerez		Agosto-nov1513
Boadilla, Melchor	Veedor		1513
Canteros procedentes de Salamanca con JGH			30 de agosto de 1514
Fernández, Lope	Entallador		1516
Fernández, Sebastián	Maestro carpintero de la cat.	Salario de 6 ducados de oro.	1517
Gallego, Juan	Cantero		Marzo 1514
Gil «el mozo», Diego	Cantero, Vz. de Jerez		1513, 1515
Gil de las Casas, Diego	Cantero, vz. de Jérez		Dic. 1513
Gil, Miguel	Maestro de hazer imágenes		1518
Gómez, Antonio	Cantero. Trabaja el alabastro		1516, 1517
Granado, Juan	Peón		1515
Gutiérrez, Cristóbal	Ladrillero		1517
Gutiérrez, Gil	Ladrillero		1517
Herena, Pedro de	Cantero	15 días	1518
Herrera, Juan de	Cantero		1516
Herrera, Sancho de	Aparejador	1.000 maravedíes de salario	1513.
Jacques, Juan	Vidriero		1514, 1516, 1518
Juan	Cantero, vz. Pto. de Staª Mª, flete de cantos		Marzo 1515, 1516, 1517
Juan	Cantero, vz. de jerez		Dic.1513, 1514
Llerena, Pedro de	Asentador		Nov.1515
Martínez, Antonio	Cantero, vz. de Jerez		1516, 1517
Ojevar, Diego de	Cantero - Capillas del coro		X–1515
Ojevar, García de	Cantero. Va y viene a Salamanca		1516
Ortega, Francisco	Entallador, sillas del coro		X–1515
Padilla, Melchor de	Veedor de los peones		1517
Riaño, Diego de	Cantero		1518
Ribera, Juan de	Cantero	15 días	1518
Rozas, Gonzalo de	Aparejador	Salario de 1.000 en 1513 y 2.000 mrs. En 1519	1513, 1519
Rozas, Pedro de	Cantero		1518
Sanchez, Miguel	Cantero, vz. de Jerez		Sept. 1513, 1514

Tabla 1.
Canteros que trabajaron en la Catedral de Sevilla durante la maestría de Juan Gil

ne de maestros e como en estos reynos no ay persona que pa[ra] la dicha obra sea sufiçiente "segun la experiencia lo ha mostrado"» (letra cursiva añadida), piden que se busque «un maestro de cantería que sea singular onbre en el dicho ofiçio de canteria» para que acuda a ver la obra. Recomiendan que no se escatime en dinero y «sino le fallare en Roma que lo busquen en fagan buscar a costa de la dicha fabrica en florençia e mylan o en otras partes».[34] Era la primera bofetada en la cara a la maestría de Juan Gil y los ilustres visitantes.

Aunque parece que Egas y Álava fueron reclamados por el cabildo,[35] sin embargo sirvieron al Hontañón para reforzar su posición frente a los defensores de un crucero de carpintería. Además, aprovechando la estancia de estos maestros, el cabildo decidió pedirles opinión sobre el otro gran problema de la catedral: la Capilla de los Reyes.

El tema merece un paréntesis en el discurso cronológico. Como hemos visto, cuando Juan Gil se hizo cargo de la maestría de la obra hispalense se debía asumir con urgencia la reconstrucción de su cimborrio y de las naves anexas y esta será la principal preocupación del cabildo y de su maestro. Sin embargo, desde años atrás el cabildo sevillano se había embarcado en la construcción de una nueva capilla real tras la capilla mayor, por lo que a lo largo de los años de maestría de Juan Gil en Sevilla encontraremos constantes referencias a esta obra: pareceres sobre su tamaño, ubicación, etc., aunque no será construida de forma definitiva hasta la maestría de Martín de Gainza a mediados del siglo XVI.

Tras la reconquista de Sevilla, la mezquita almohade se reorientó, conservándose el Patio de los Naranjos, la Giralda y dividiendo su sala de oraciones en dos espacios, uno de los cuales se destinó a capilla real. Cuando en el siglo XV se decide la construcción de una nueva catedral gótica, el monarca Enrique III no autorizó la demolición de esta capilla real por lo que la nueva catedral se comenzó por los pies; hubo que esperar hasta 1433 en que Juan II —aconsejado por el hermano del prelado sevillano, don Álvaro de Luna— autoriza el derribo de esta capilla almohade. Pero la nueva capilla gótica tardó en comenzarse: aún en 1489 se trataba en el cabildo sobre el tipo de piedra necesaria para la obra (Morales 1979, 20). Así las cosas, en 1515 el monarca Carlos I escribió al cabildo interesándose por el estado de las obras y recomendando que se aprovechase la estancia de maestre Enrique y Juan de Álava para que hiciesen la traza de dicha capilla y diesen su parecer sobre «si la dicha capilla se puede fazer con sus ochavos para los dentellones».[36] Casi siguiendo un procedimiento de urgencia se reunió el cabildo catedralicio y el 7 de julio escuchó el parecer de los tres arquitectos; sin embargo, las actas sólo recogen que se ocuparon del «cerrar la capilla de en medio e las colaterales a ella», votaron y decidieron de acuerdo con el criterio de Juan Gil que así ganaba su particular batalla contra el cabildo. Dejaron escrito el acuerdo de que «las capillas colaterales a la capilla de en medio se fagan según la que agora esta fecha encima del coro conforme a la traza que fizo el dicho juan gil e que la capilla de en medio mueva de los capiteles que mueven las otras capillas del cruzero por quanto fue esto determinado por todos los dichos maestros de cantería que faziendose e cerrandose las dichas capillas de la manera susodicha que seran mas seguras e firmes».[37] Es decir, determinan la correspondencia entre todo el cuerpo de capiteles, volteando las bóvedas desde éste. Acabada la labor de estos maestros —no existe constancia de su intervención en nada relacionado con la capilla real—, se pagaba a Egas y Álava el 11 de junio. El 24 de julio una orden del cabildo mandaba averiguar las cuentas del gasto realizado por el racionero Francisco López «con los maestros que vinieron a ver la obra».[38]

El cabildo seguía buscando maestro digno para la obra como demuestra el que de nuevo el 13 de junio se tratase «el enviar por maestro mayor para esta obra a flandes» y Colonia.[39] El ámbito de búsqueda ya se había ampliado desde esos primeros intentos en Valencia y Barcelona; después fue Italia —Roma, Florencia y Milán— y ahora eran Flandes y Colonia. Asistimos pues, al manifiesto descontento del cabildo con la marcha de la obra hispalense en manos de arquitectos pertenecientes a lo que podríamos denominar como «escuela de cantería castellana». De hecho, ya en 1504, coincidiendo con la maestría en solitario de Alonso Rodríguez, iniciaron las gestiones para traer un arquitecto de Barcelona.[40] Entonces y ahora pueden que recurrieran a Barcelona como el lugar del que procedía uno de los primeros maestros de la catedral, maestre Carlín. Los lugares citados cuentan con variados ejemplos de soluciones constructivas para cubrir amplios espacios abovedados. La solución buscada en el Levante probablemente hiciera referencia a construcciones como «el Miguele-

te» valenciano: un cimborrio formado por la superposición de varios cuerpos octogonales iluminados por grandes ventanales. El referente italiano debía estar relacionado con la solución dada en el «duomo» florentino y milanés para cubrir grandes espacios —en estos casos cupulados. Por su parte, los referentes arquitectónicos buscados en Flandes y Colonia aludían a la capacidad de levantar altas estructuras caladas al modo de agujas.

La situación para el cabildo era desesperada puesto que el miércoles 18 de julio se mandaba que a partir del final de esa semana se parase la obra y fuesen despedidos todos los oficiales «hasta que no venga maestro mayor para la dicha obra». El cabildo había aprendido de los errores del pasado y deseaba garantizar la seguridad y el final de las obras; ya había empleado la fórmula de dos maestros mayores con Simón de Colonia y Alonso Rodríguez, más tarde con el propio Gil y de nuevo con Rodríguez, pero también recordaba los fallos de la fábrica bajo la maestría en solitario de Rodríguez. Las prolongadas ausencias de Gil de Hontañón no parecían garantizar la correcta marcha de la construcción. Las noticias existentes en el archivo catedralicio demuestran la baja actividad constructiva durante la segunda mitad del año: es el propio racionero Francisco López quien compra piedra para la capilla del arzobispo Deza en octubre y también es él el encargado de comprar vigas para el corredor y guardapolvos del altar mayor, donde parece que sí se continúa trabajando según las trazas de Hontañón. A comienzos de noviembre un acuerdo capitular recoge que «la capilla colateral a la mayor que agora esta encinbrada la lleven e suba[n] fasta la traza que fizo juan gil según que agora esta enzarzada», refiriéndose a la primera del brazo meridional del crucero.[41] Así, la obra estuvo parada poco tiempo, prácticamente entre el 21 de julio y el mes de octubre, fechas entre las que no existen descargos de cantería, del mismo modo en que parece que no se realizan trabajos de cantería entre noviembre de 1515 y marzo de 1516.

Las capillas de los alabastros

En marzo de 1516 se reanudaban los trabajos en el gran templo gótico pero sin Juan Gil ya que en abril se pagaba al cantero García de Ojevar por su viaje a Salamanca donde estaba el maestro y su vuelta a Sevilla con «las traças e cortas que traxo de Salamanca del maestro juan gil».[42] Con estas indicaciones del maestro y las consultas al aparejador Rozas se comenzó de nuevo a labrar. Lo primero fue la compra de materiales para lo que se organizó una comisión encargada de hablar con el aparejador Rozas y averiguar la necesidad de piedra para la obra de la capilla «que ay medio desta santa yglesia» —esto es, el crucero— y para «el trascoro e capillas que fueron derrocadas para que se fagan».[43] De hecho, el último cabildo antes del parón de la obra había decidido derrocarlas y aún no se habían rehecho.[44] Para estas nuevas capillas se decidió un cambio fundamental de material; la piedra de San Cristóbal empleada en la construcción del templo no era apta para ser esculpida y no poseía la calidad óptima para el edificio, por lo que fue sustituida por alabastro.[45]

El dócil material favoreció un repertorio decorativo hasta entonces desconocido en la catedral, que Juan Gil desarrolló y concluyó en dos de las cuatro capillas, las de la Concepción China y la Encarnación, e inició las del lado del Evangelio —San Gregorio y de La Estrella. Se trata de un «autentico joyero», empleando la expresión de Rodríguez Estévez. En las nóminas de canteros de esas fechas constan mano de obra especializada en alabastro como Antonio Gómez y Lope Fernández.

El cimborrio

Eran buenos momentos para Juan Gil en Sevilla: su criterio se había impuesto, se le habían pagado 300 ducados de oro a cuenta de su salario como maestro mayor y a finales de año, el 16 de diciembre, recibía otros 100 ducados como gratificación tras el ansiado cierre del nuevo cimborrio.[46] No tenía ni media naranja, ni cúpula ni linterna, como indica Ortíz de Zúñiga que tenía el precedente, y la razón es clara ya que de haber reconstruido el cimborrio anterior, de nuevo los pilares no hubiesen sido suficientes. Para ello se debían de haber reforzado lo que, de nuevo según Ortíz de Zúñiga, «resultaría desconformidad notable y á la capilla y coro serían embaraço». El resultado fue un cierre menos elevado que el precedente, muy rebajado con muros aligerados gracias a la apertura de vanos tripartitos, «un trozo de tela» en palabras de Chueca Goitia (1952, 169) y es que realmente da esa impresión si tenemos en cuenta su ram-

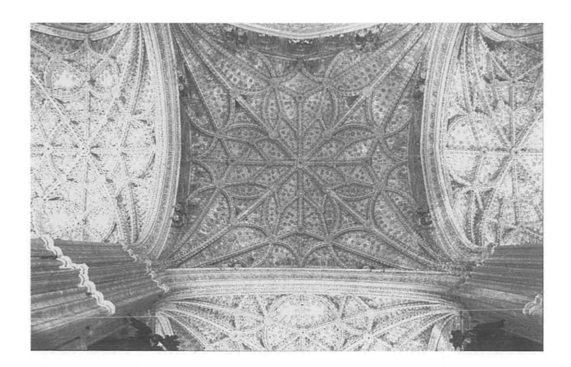


Figura 1
Bóveda del cimborrio

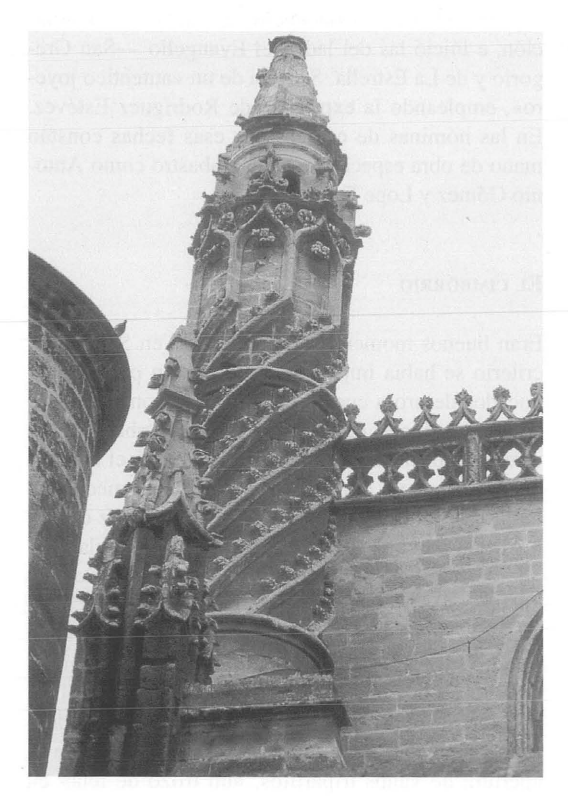


Figura 2
Detalle del exterior del cimborrio sevillano

pante prácticamente plano, casi como un armazón de carpintería. Gil tomaba prestado del primer cimborrio la decoración anglelada de los nervios, recurso propio de Simón de Colonia y ajeno al repertorio del Hontañón. Si son propios del lenguaje hontañonesco los pilares recambiados que abundan en el exterior de la zona del crucero y las capillas anejas, del mismo modo que lo trazado para la nueva catedral de Segovia y luego construido por su hijo Rodrigo. De hecho, la relación con Segovia es clara si atendemos a una de las trazas conservadas, donde se puede apreciar la similitud en el modelo de cimborrio —esta vez con media naranja.[47]

Las ventanas del nuevo cimborrio fueron proyectadas por el aparejador de la obra, Gonzalo de Rozas, el 28 de abril de 1518 consta una orden del cabildo en que manda «que se faga una ventana de la manera que vino debuxada de Rroxas con marmol en medio para el cinborio e pa[ra] las vedrieras»;[48] de hecho Rozas era el responsable de la obra en ausencia del maestro, lo que era más que habitual dadas las continuas ausencias de Gil de Hontañón.[49] Este aparejador debía estar relacionado con Pedro de Rozas, cantero que también trabajaba en el taller catedralicio y que murió a manos de Diego de Riaño en 1517; este hecho es importante porque demuestra la presencia del que será maestro mayor de la catedral en la obra catedralicia a las órdenes del Hontañón, previamente a su exilio en Portugal.[50]

En junio de 1518 de nuevo se recibía una cédula real conminando al cabildo a que se construyera la Capilla de los Reyes «que ha mucho tiempo que la teneys començada, no aveys querido ny quereys acabar, ni se labra en ella» (Falcón Márquez 1980, 46). La respuesta del cabildo fue ordenar al maestre escuela que escribiese a Juan Gil para que «venga a resydir e servir en la yglesia o que dexe el salario».[51] En julio Juan Gil seguía sin venir y de nuevo el cabildo tuvo que dar órdenes directamente a Rozas ya que debían solucionar de manera definitiva el tema del altar mayor para luego acometer la obra de la capilla real. El 9 de julio el cabildo mandaba al aparejador «que haga la obra del altar mayor desta dicha santa yglesia en la manera siguiente que haga los dos ochavos del altar mayor no salgan de la grosura de los dos pilares entre los que les ha de estar el altar mayor puesto. Yten que la pared que se haze por respaldo del retablo se haga sobre tres arcos que se funden de nuevo arrimados a la pared que agora esta he-

cha e vaya estribando en los mismos pilares de los ochavos y no salgan dellos muy fuertes y sean tan altos quanto pudiere ser atento el suelo del vestuario que se ha de hazer —la antesacristia— al que se han de entrar con tres gradas e sobre los dichos arcos elijan la pared de tres pies en ancho y suba todo lo que fuere menester pa[ra] arrimar el retablo a ella los quales arcos han de ser toscos porque por tiempo se han de enpotrar ruinmente».[52] El 18 de julio deciden que «se derrueque del todo e deshagan las bobedas e capillas e gradas e despues de deshecho se haga un molde de madera».[53] El 3 de septiembre tratan sobre lo que se «piensa tomar de la nave detrás del altar», afectando a la capilla real. El problema sobre la organización del altar mayor queda temporalmente solucionado en octubre cuando se ordena que se haga «de madera de prestado» con paños de lana, tras el cual se recolocaría el gran retablo de Dancart.

Queda claro que Juan Gil no apareció por la obra hispalense en todo el verano; así, en septiembre el cabildo catedralicio acordaba que se le quitase su salario de maestro mayor desde el día en que fue llamado —esto es, en junio.[54] Se acercaba el final del año, la presencia de Juan Gil suele coincidir con estas fechas para cobrar el salario anual, y en noviembre se encarga la creación de una comisión para que informe sobre «qué daños ay en los pilares e obra desta santa yglesia asy en lo alto como en otro qualquier lugar». Esta comisión debía encargarse de entender con «juan gil el maestro mayor en reparar los pilares de la yglesia e capillas della todo lo que viere dañado o con sospecha de abertura o qualquier mal e que lo fagan fazer e rreparar».[55] Así, como ya señalaba Rodríguez Estévez (1998, 340), la labor del Hontañón fue casi la de «arquitecto restaurador».

De esas fechas también debe ser la orden del cabildo por la que «cometieron a los señores deán y arcediano de Sevilla y maestreescuela para que entiendan con los diputados que de antes el cabildo tenía fechos para fazer el altar mayor desta santa iglesia, y que aviertan a la relación que oy fizo sobre ello el dicho maestrescuela y que lo comuniquen con juan gil, el maestro mayor, todo lo que se oviere de hazer, y asy mesmo les cometieron a estos dichos tres señores que fablaran con el dicho juan gil y tengan con él manera como resyda a la contina en esta Santa yglesia, syn tener cargo de otra obra estraña».[56] La reunión definitiva sobre la obra de la capilla mayor tuvo lugar el 15 de noviembre en presencia del arzobispo Deza, estructurándose en dos ámbitos, como ha llegado a nuestros días. Las actas capitulares recogen el acuerdo de tomar «dos capillas juntas pa[ra] se poder bien fazer el dicho altar mayor en una sola capilla como solia estar e lo poco que avia pa[ra] edificar todo lo que era menester». Tras la votación deciden «quel dicho altar mayor se labre faga e edifique tomando pa[ra] ello las dichas dos capillas e las dos naves de las que ay pasando del cimborio o cruzero e alli se faga el pavimento que era grande e bueno al principio donde los cavalleros personas legas se puedan aposentar e que luego se las gradas e peana e altar mayor pasada ya del todo la primera capilla e los dos segundos pilares e dende ay adelante a las gradas del dicho altar en lo que restare se faga una sacristía o vestuario do este lugar mas decente donde se vistan el preste e mynistros e los otros».[57] La orden se refiere a los espacios de la sacristía del altar mayor estructurada en dos alturas comunicadas por dos escaleras a las que se accede a ambos lados del altar. Las escaleras se cubren con bóvedas de crucería de nervios rectos decorados con anglelados.

El enero de 1519 se ordena el pago del salario anual de 1518 de maestre Juan Gil, suponemos que restando sus ausencias como se había decidido en anteriores reuniones del capítulo.[58] Pero Juan Gil no volvió a Sevilla; no consta despido ni ninguna otra referencia al arquitecto en los libros de actas. Este momento coincide con el inicio de la construcción de las capillas hornacinas de la catedral salmantina (Falcón Márquez 1991, 153).

Los altares de los brazos del crucero

Pertenecen a la época de maestría de Juan Gil de Hontañón los marcos arquitectónicos de los altares de la Concepción y de la Piedad, en el lado Sur y los de la Asunción y Nuestra Señora de Belén en el lado norte, además del que cobija a la Virgen del Pilar (Falcón Márquez 1991, 152). Todo estos altares tienen el mismo tipo de apilastrado, así como el esquema decorativo de su remate, con un evidente paralelismo con las Puertas de Palos y Campanillas, como ya resaltó Falcón Márquez.

Un nuevo desastre en 1888

La intervención de Juan Gil en la «magna hispalense» se concluyó, por tanto, con la finalización de las obras en torno a su crucero: bóveda, coro, capillas del coro, altares de los brazos del crucero, etc. Pero esta obra no fue sin embargo la definitiva; nuevos terremotos (1755, 1883, 1884) contribuyeron a la ruina del cimborrio del Hontañón hasta que definitivamente se produjo su derrumbe el 1 de agosto de 1888. De los juicios periciales emitidos tras el desastre se deduce que la razón fue la rotura del pilar del ángulo sudoeste que, por su débil composición, tenía descompuesto su núcleo. Las últimas causas del nuevo derrumbe estaban —otra vez— en la debilidad de la primera fábrica gótica de esos pilares.

Notas

1. La catedral se levanta sobre la antigua mezquita mayor del Califa Abu Yacub Yusuf (construida entre 1172 y 1176), concluida bajo el mandato de su hijo en 1198. De esta antigua mezquita persiste aún el patio (convertido en claustro) y el alminar almohade (la conocida Giralda). Tras la conquista cristiana de la ciudad, Alfonso X patrocinó las obras de remodelación hasta el último tercio del siglo XIII. En 1388 el cabildo ya deseaba un nuevo templo: «mucho mas grande e magnifico qual conviene a esa ciudad». Torres Balbás recoge la reclamación del cabildo y del rey Enrique III, quienes querían «otra iglesia, tal e tan buena, que no haya otra su igual . . . de rica cantería, qual conviene a tan noble Catedral, que sea el más grande, e bien dispuesto que haya en estos Reynos». La nueva catedral se inicia en 1401.
2. Ortíz de Zúñiga, 1677, *Anales de Sevilla,* Madrid. Cit. en Adolfo Fernández Casanova 1888, 105.
3. La maqueta, atribuida a Jorge Fernández, ha sido datada entre 1508 y 1518 por Morón de Castro (1981, 140), si bien estamos más de acuerdo con la datación de Jiménez Martín (Jiménez Martín y Peñaranda 1997, 70).
4. 5 de junio de 1512. (AGS, Cámara, libro 26 de cédulas, fol. 217 v. Cit. Cooper 1991, 1: ref. 176).
5. De Juan de Ruesga («muy buena persona y buen maestro») conocemos su formación como cantero en la catedral de Segovia a las órdenes de Juan Guas desde 1473, convirtiéndose en su aparejador. Compaginando con trabajos en Ávila, realizó durante estos primeros años el sepulcro de Juan Sánchez de Madrigal en la catedral segoviana y otros trabajos en las iglesias de San Millán y San Francisco de Segovia. Se conoce también su intervención en la obra del Paular y en coro del Parral a partir de 1494; dos años más tarde realiza un primer proyecto para la catedral de Salamanca junto a Martín Ruiz de Solórzano, con quien llegó a hacer contrato de compañía. A comienzos del siglo XVI ya era un profesional de reconocido prestigio, llamado a informar sobre la obra de la Capilla Real de Granada y la catedral sevillana, de nuevo junto a maestre Martín (de Bruselas), quien también lo acompaña en la obra de la catedral de Palencia a partir de 1506. Compaginará su trabajo en Palencia con obras en Salamanca (en la universidad y en San Esteban) y Toro (palacio del arzobispo Fonseca, claustro de San Ildefonso). Consta como difunto el 19 de enero de 1515 (A. C. Palencia, Acuerdos capitulares, 1511–1520, fol. 178 vto.). Véase Castro Santamaría y Vasallo Toranzo 1992, 177; García Cuesta 1946–47, 75–76; Martínez Frías 2002, 198 y Vasallo Toranzo 1994, 48–49.
6. Él mismo se titula así cuando inspecciona las obras de Santa María la Mayor de Tordesillas. Aunque se conocen escasos datos sobre su actividad proyectiva, sus reiterados viajes para informar sobre obras como la que nos ocupa o la capilla real de Granada y la catedral de Salamanca nos hablan de su reconocimiento profesional por sus coetáneos. Destaca su diseño para el palacio del Conde de Benavente en Valladolid (véase las referencias de Vasallo Toranzo).
7. Enrique Egas se formó junto a Juan Guas y como éste fue maestro mayor de la catedral primada de Toledo hasta su muerte en 1534, llegando a alcanzar un gran prestigio profesional avalado por importantes encargos reales como la traza de la Catedral de Granada en 1505 o el discutido diseño de la Capilla Real granadina, realizado a partir de 1506. Parece que también trabajó en la Catedral de Plasencia como primer maestro de la obra. Un resumen de la biografía artística de la dinastía de los Egas está recogido en *Reyes y Mecenas* 1992, 541–542 y en Domínguez Casas 1993, 41–50.
8. Archivo de la Catedral de Sevilla (en adelante A.C.S.) Secc.1, Libro de Autos Capitulares nº 8 (1513–1515), fols. 25–25 vto. El 8 de marzo de 1513 por mandamiento del cabildo se paga a un mensajero «que estuvo en yr e venyr a la corte del rey nuestro señor sobre los maestros que hera menester pa la obra desta santa yglesia» (A.C.S., IV, leg. 30, fol. 3 vto). Otra vez el 10 de marzo el cabildo hispalense manda que se pague a Juan de Jubera la cantidad de 12.920 maravedís por 72 días que pasó en ir y volver a la corte.
9. Azcárate añade erróneamente el nombre de Enrique Egas a esta visita (Azcárate 1958, 30).
10. A.C.S., Cabildo de 17 de agosto de 1513, libro de actas nº 8, fol. 53.
11. Es un maestro distinto del Juan de Badajoz que en

1448 aparece en las actas capitulares de la catedral de Sigüenza (Campos Sánchez-Bordona 1993, 154). El que nos ocupa, muerto en 1522, desde 1498 residía en León como maestro de obras. En 1500 con Bartolomé de Solórzano ofrecieron al cabildo de la catedral de Oviedo dos muestras en pergamino de la torre de la catedral que se encargó de construir a partir de 1504. Véase Merino 1974 y Caso Fernández 1981.

12. A.C.S., Secc. 4, leg. 30, fol. 7 vto.
13. Id., leg. 30, fol. 7, cargo y descargo de Gonzalo Ortiz, 1513.
14. El informe fue íntegramente publicado por Gestoso en «La Andalucía», el 27, 28, 29 y 30 de septiembre y 2 de octubre de 1888 y más tarde en *Sevilla Monumental*, T. II, p. 60. Lo reproduce también Adolfo Fernández Casanova 1888.
15. Así lo calificaba el Conde de Tendilla en una carta del 27 de abril de 1509 al arzobispo sevillano reclamando que el maestro visitase la capilla real granadina. (Conde de Tendilla 1972, 1: 570).
16. El 30 de agosto de 1514 se paga «a los oficiales que traxo Juan gil de salamanca» (A.C.S., Secc. 4, leg. 32, fol. 10).
17. Id., Secc. I, 8, fol. 55. Parcialmente transcrito en Gestoso y Pérez 1890, 2: 56 y Falcón Márquez 1991, 150.
18. Id., Cabildo del 29 de agosto, fol. 55 vto. No conocemos más datos sobre el maestro Pedro de la Tuesta que debía ser conocido del cabildo por la confianza que depositan en él, por lo que debía tratarse de un maestro sevillano o con actividad en la ciudad.
19. Id., Secc. 1, 8, fol. 59 vto.
20. Id., fol. 60. El arzobispo también había fundado un colegio en la ciudad, tema sobre el que se trató en diversas sesiones del cabildo. En la del 9 de mayo de 1516 se votó favorablemente para la construcción del colegio ya que sería «obra santa». Para ello se citan las casas que Deza había comprado al bachiller de Logroño, al racionero Juan de Millares y otras tres más y se facilita la piedra de la catedral para tal obra siempre que se pague luego. (A.C.S Secc. 1, nº 9, fols. 110, 125).
21. Id., Secc. 1. Libro de Autos capitulares, n. 8, fol. 71. 7 de diciembre de 1513.
22. Id., Secc. 4, leg. 30. Cargo y descargo de Gonzalo Ortiz, 1513, fol. 37 vto.
23. Id., Secc. 1. Libro de Autos capitulares, n. 8, fol. 83 vto.
24. Id., fol. 87. Descargo en A.C.S. Secc. 4, leg. 32, Cargo y descargo de Francisco López, fol. 5 vto.
25. Id., Secc. 1. Libro de Autos capitulares, n. 8, fol. 87 vto. Cit. Gestoso y Pérez 1890, 2:56
26. Id., Secc. 1, 8, fol. 101 vto.
27. Id., fol. 37. 9 de mayo de 1513.
28. En noviembre de 1514 se pagaba a Rozas 4 ducados «por el letrero que fizo e armas en las dos losas que estan en las bovedas de la capilla del arcediano que aya gloria». Se trataba de la capilla de Rodrigo de Santillán, arcediano de Sevilla, comenzada en 1512 y que Rozas debía encargarse de continuar (A.C.S., Secc. 4, VIII).
29. En 1506 figura en el testamento del maestro Alonso Rodríguez como su albacea, le llama «mi criado». (Falcón Márquez 1991, 154). Al año siguiente fue nombrado aparejador, desempeñando su oficio hasta 1524. (A.C.S., Libro de actas 7, fol. 114).
30. A.C.S., Secc. 4, leg. 33, fol. 4. Gestoso añade el nombre del ceramista Pedro Rodríguez de Chaves, a quien se paga por surtir de loza quebrada para el cerramiento de dicha bóveda (Gestoso y Pérez 1890, 2:65).
31. Id., fol. 3. Se le continúa pagando en febrero.
32. A.C.S., Libro de mayordomía 64, s/f.
33. A.C.S., Secc.1, Libro de Autos capitulares, nº 9, fol. 27. Se les manda pagar 100 ducados el día 7 de julio más otros 20 ducados el día 11. (A.C.S., Secc. 4, leg. 33, fol. 6).
34. Id., fol. 31. 28 de junio de 1515. Cit. Falcón Márquez 1991, 150.
35. El 2 de junio se paga a un vecino de Sevilla «porque fue a salamanca por mandado del cabildo a llamar a juan gil e a otros maestros canteros pa(ra) la obra». A.C.S., Secc. 4, leg. 33, fol. 12 bis.
36. La carta del rey encarga al cabildo «que pusiesen por obra el dicho edifiçio de la dicha capilla por quanto los Reyes de gloriosa memoria que alli avia . . . estavan en un soterado sepultados» (A.C.S., Secc. 1. Libro de autos capitulares, nº 9).
37. Id., Secc. 1, autos capitulares, nº 9, fol. 33 vto. El 19 de julio el cabildo mandó pagar 110 ducados a Juan Gil «por lo questuvo e rresidyo en la obra e por las traças que hizo». (A.C.S., Secc. 4, leg. 33, fol. 6 vto).
38. Id., Secc. I, fol. 42.
39. Id., fol. 36 vto. El 17 de julio (fol. 40 vto.) consta que el cabildo manda 200 ducados de oro para las costas del maestro de cantería que mandaron buscar en Flandes y Colonia.
40. Aunque en esa ocasión parece que no llegó a venir ningún maestro, Falcón Márquez indica que quizá se tratase de Font, maestro ya experimentado en estas lides por haber informado en 1498 sobre la ruina de la seo zaragozana (Falcón Márquez 1991, 149).
41. A.C.S., Secc. 1, fol. 67, 7 de noviembre de 1515.
42. Id., Secc. 4, leg. 35, fol. 4. Descargo del 16 de abril de 1516.
43. Id., Secc. 1, fol.92 vto. 3 de marzo de 1516. Cit. Falcón Márquez 1991, 152.
44. El 16 de julio de 1515 el cabildo ordena «que se derruequen las paredes del coro e que se fagan las capillas

que stavan de la manera que solían estar e mejores sy se pudiere» (A.C.S., Secc. 1, nº 9, Cabildo del 16 de julio, fol. 37).

45. Sobre las escasa virtudes de esta piedra véase Rodríguez Estévez, 332 y ss. Una piedra de alabastro fue comprada en Tortosa por valor de 80 ducados de oro en febrero y de nuevo en abril (A.C.S., Secc. 1, nº 10, fols. 8 vto., 21 vto.).
46. El pago era «en aguinaldo e gratifiçacion de la cerrada del cimborio desta santa yglesia» (A.C.S., Secc. 1, nº 10, fol. 11 vto.) Y también se dio una colación a los oficiales y peones el día que se cerró el cimborrio (A.C.S., Secc. IV, leg. 36, fol. 33 vto.).
47. Véase la traza para la catedral de Segovia (Archivo de la Catedral) publicada por Cortón de las Heras 1997, 164.
48. A.C.S., Secc. 1, nº 10, fol. 98 vto. Mandamiento del 28 de abril de 1518. Cit. Falcón Márquez 1981, 154.
49. Entre otras muchas ocupaciones en Salamanca, el 11 de abril de 1518 sin duda Juan Gil era uno de «los maestros de la claustra» de la catedral de Santiago de Compostela.
50. Como se sabe el 17 de septiembre de 1522 Riaño pedía el perdón real, intercediendo por él la reina doña Leonor ya que Riaño había «servido mucho tiempo al Rey mi sennor de gloriosa memoria». Volvía a Sevilla en junio de 1523, siendo nombrado maestro de la fábrica hispalense el 28 de enero de 1528 (Morales 1993).
51. A.C.S., Secc. 1, nº 10, fol. 143 vto. Descargo del 16 de junio de 1518.
52. Id., fol. 154 vto. 9 de julio de 1518.
53. Id., fol. 154 vto. 24 de julio de 1518.
54. Id., Secc. 1, nº 10, fols. 154 vto. 159, 172.
55. Id., fols. 188–189 vto. 12 de noviembre de 1518 y de nuevo el 17 de diciembre.
56. Pereda de la Reguera, 1951, p. 93, (Cit. *Documentos para la Historia del Arte en Andalucía,* Sevilla, 1927, T. 1, p. 15).
57. A.C.S., Secc. 1, nº 10, fols. 179 vto. y ss.
58. Se le pagan 119.166 maravedíes del resto de su salario que se le debía hasta el final del año 1518 (A.C.S., Secc. 4, leg.39, fol. 4).

Lista de referencias

Azcárate, José María. 1958. *Arquitectura gótica toledana del siglo XV.* Madrid: C.S.I.C.

Azcárate, José María. [1990] 1996. *Arte gótico en España.* Madrid: Cátedra.

Caso, Fernando de. 1981. *La construcción de la catedral de Oviedo: 1293–1587.* Oviedo: Universidad.

Castro Santamaría, Ana y Luis Vasallo Toranzo. 1992. El cantero Juan de Ruesga y los conventos dominicos de Toro y Salamanca. *Archivo Dominicano.* XIII: 175–190.

Conde de Tendilla (Íñigo López de Mendoza). 1972. *Correspondencia del Conde de Tendilla.* I (1508–1509). (Biografía, estudio y transcripción de Emilio Meneses García). Madrid: Real Academia de la Historia.

Cooper, E. 1980. *Castillos señoriales de Castilla de los siglos XV y XVI.* 2 vols. Madrid.

Cortón de las Heras, María Teresa. 1997. *La construcción de la catedral de Segovia (1525–1607).* Segovia: Caja Segovia.

Chueca Goitia, Fernando. 1951. *La catedral nueva de Salamanca. Historia documental de su construcción.* Salamanca: Universidad de Salamanca.

Domínguez Casas, Rafael. 1993. *Arte y etiqueta de los Reyes Católicos. Artistas, residencias, jardines y bosques.* Madrid: Ed. Alpuerto.

Falcón Márquez, Teodoro. 1980. *La Catedral de Sevilla. Estudio arquitectónico.* Sevilla.

Falcón Márquez, Teodoro. 1991. El edificio gótico. En *La catedral de Sevilla,* Sevilla. Ediciones Guadalquivir: 100–144.

Fernández Casanova, Adolfo. [1888] 1999. El Espíritu de las antiguas fábricas. Escritos de Adolfo Fernández Casanova sobre la catedral de Sevilla (1888–1901). Sevilla. Fidas.

García Cuesta, Timoteo. 1955. La catedral de Palencia según los protocolos. *Boletín del Seminario de Arte y Arquelogía.* 20: 91–142.

Gestoso y Pérez, José. [189–1892] 1984. *Sevilla monumental y artística.* 2 vols. Sevilla: Ed. Fácsimil Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Sevilla.

Hernández, A. 1947–48. Juan Guas, maestro de las obras de la Catedral de Segovia (1471–1491). *Boletín del Seminario de Arte y Arquelogía.* 45: 57–100.

Jiménez Martín, Alfonso e Isabel Pérez Peñaranda. 1997. *Cartografía de la Montaña Hueca. Notas sobre los planos históricos de la catedral de Sevilla*, Sevilla: Edic. del Cabildo Metropolitano.

Lampérez y Romea, Vicente. 1909. *Historia de la arquitectura cristiana española.* T. 2, Madrid. (facs. Ed. Valladolid, 1999).

Martínez Frías, José María. 2002. Contribución al estudio de la obra de Martín Ruiz de Solórzano en Ávila. *Boletín del Museo e Instituto «Camón Áznar».* 89: 197 y ss.

Merino, Waldo. 1981. *Arquitectura Hispano Flamenca en León.* León: Institución Fray Bernardino de Sahagún.

Morales, Alfredo. 1979. *La capilla real de Sevilla.* Sevilla: Diputación Provincial.

Morales, Alfredo. 1993. Diego de Riaño en Lisboa. *Archivo Español de Arte.* 264: 404–408.

Morón de Castro, M. F. 1981. Análisis Histórico Estilístico, en *El Retablo Mayor de la Catedral de Sevilla.* Sevilla.

Nieto Alcaide, Víctor. 1969. *Las vidrieras de la Catedral de Sevilla.* Madrid: Laboratorio de Arte de la Universidad de Sevilla.

Reyes y Mecenas. Los Reyes Católicos, Maximiliano I y los inicios de la Casa de Austria en España. Catálogo de la exposición. 1992. Toledo: Ed. Electa.

Rodríguez Estévez, Juan Clemente. 1998. *Los canteros de la Catedral de Sevilla: del Gótico al Renacimiento.* Sevilla: Diputación Provincial de Sevilla.

Vasallo Toranzo, Luis. 1992. El arquitecto maestre Martín, en *El arte español en épocas de Transición. Actas IX Congreso Nacional de Historia del Arte,* 343–351. León: Universidad.

Vasallo Toranzo, Luis. 1994. *Arquitectura en Toro (1500–1650).* Zamora: Instituto de Estudios Florián de Ocampo.

Los problemas estructurales de la Parroquia de Santiago de Jerez de la Frontera: los sistemas de construcción aplicados a la restauración monumental

Ángeles Álvarez Luna
José María Guerrero Vega
Manuel Romero Bejarano

En estos días en los que la parroquia de Santiago presenta serios problemas estructurales, queremos hacer un recorrido por las diferentes intervenciones que ha sufrido este templo a lo largo de su historia. Una característica general del devenir del edificio ha sido el gran número de problemas estructurales sufridos y la ruina que, desde el siglo XVII hasta nuestros días, se ha tratado de evitar. El análisis de este caso puede ayudar a comprender los problemas que surjan en otras iglesias similares, así como a apreciar los distintos modos de enfrentarse a esta problemática a lo largo de la historia.

Jerez de la Frontera fue reconquistado definitivamente en 1264, las principales mezquitas fueron transformadas en parroquias y en un principio la ciudad mantuvo su estructura urbana. Sin embargo, hacia mediados del siglo XIV, el control cristiano del estrecho trajo consigo un notable desarrollo económico y estabilidad a la zona que hasta entonces estuvo sometida a constantes ataques provenientes del norte de África. La villa comenzó a crecer y a establecerse fuera de los límites marcados por la muralla, y en poco tiempo la población del exterior superó a la del interior del recinto murado, creándose dos arrabales: San Miguel y Santiago. Este último se situaba al noroeste de la ciudad, en las proximidades de uno de los accesos a la misma llamado Puerta del Olivillo.

Con anterioridad a la fundación de la parroquia, según la tradición, se levantó a las afueras de la citada puerta una capilla dedicada a Santiago Apóstol en época de Alfonso X (Grandallana 1885, 29). Por Mesa Xinete (1888, 2: 295) conocemos que ya había sido erigida como parroquia en 1362, sin embargo el edificio actual no se construyó hasta el siglo XV. La parte más antigua que se conserva es la Capilla de la Paz, que, según los últimos estudios (López 1999, 77) parece que fue levantada hacia 1430. Se trata de un recinto de planta rectangular cubierto por una compleja bóveda estrellada con espinazo cuyos nervios se decoran con dientes de sierra. En el último cuarto del siglo XV comenzó la construcción del resto del templo, que, si seguimos a Hipólito Sancho (1934, 11) debió iniciarse en 1489.

La iglesia, de planta rectangular, consta de tres naves, la central de mayor altura, cubiertas con bóvedas de crucería sustentadas por seis pilares exentos decorados con baquetones sobre basas bulbosas. El ábside, pentagonal, presenta unas ventanas a gran altura sobre la línea de imposta.

Las tres portadas del edificio son góticas, la de la epístola presenta una distribución similar a las de las portadas laterales de San Miguel de Jerez, situada entre dos contrafuertes, y está decorada profusamente con motivos vegetales y antropomórficos. La del evangelio, carece de la rica decoración de la anterior resultando una versión simplificada de la misma. La fachada principal, desarrollada entre dos contrafuertes se divide en dos cuerpos. La parte inferior, que corresponde a la puerta de ingreso, se resuelve mediante un arco apuntado y abocinado coronado por un gablete, mientras que la superior lleva otro arco

apuntado en el que se inscribe una hornacina, tanto esta como la torre que remata la fachada se deben a las trazas de Diego Moreno Meléndez y se construyeron entre 1663 y 1673 (Ríos 2003, 243).

El edificio toma como modelo la Catedral de Sevilla. No en vano, Hipólito Sancho atribuye sus trazas a Alonso Rodríguez, maestro mayor del templo hispalense a finales del siglo XV, y al que también vincula con la construcción de la Iglesia Prioral del Puerto de Santa María, edificio estrechamente relacionado con el que nos ocupa. En ambos edificios encontramos similitudes en el ábside muy desarrollado y exento que ambas iglesias poseen, en la ausencia de crucero, en los baquetones de planta rombal adosados a la parte inferior de los pilares y en la riqueza decorativa de las portadas, influenciadas por el arte borgoñón. Así mismo encuentra conexiones en las ventanas ciegas del ábside —hoy abiertas en Santiago— y en los arcos peraltados en los muros perimetrales (Sancho 1934, 11).

Los primeros problemas estructurales: Diego Moreno Meléndez y la intervención de finales del siglo XVII

A finales del siglo XVII y quizás a causa de la reciente construcción de la nueva torre fachada, concluida en década de los setenta, la iglesia sufrió una grave ruina. En la madrugada del 24 de febrero de 1695, festividad de San Matías (Mesa Xinete 1888, 301), se hunden los pilares segundo y tercero del Evangelio arrastrando consigo los seis tramos de bóvedas que cargaban sobre ellos, el muro que se apoyaba en los mismos y dos arbotantes. Ignoramos el motivo, pero hasta junio de ese mismo año no se hizo nada. El 17 de este mes, el mayordomo de la fábrica, Alejandro Azcariz, da noticia de la situación al Arzobispado de Sevilla, y acompaña su misiva con un informe de los alarifes municipales, Diego Moreno Meléndez y Rodrigo del Pozo. En este informe, tras describir los daños, explican que la obra es de gran envergadura ya que se debían reconstruir «los dos pilares caídos y haçer tres arcos sobre ellos que es donde carga la dicha pared maestra la cual es neçesario subir hasta cumplir la altura que son veintitres varas y en dicha pared se han de haçer tres ventanas para que se comunique la luz a la nave mayor y asimismo es nesesario haçer las dichas seis bovedas y torales de ellas enlazandolas con los cruzeros de suerte que correspondan con las demas en lo moldado y enlasando tambien las lunetas imitando la misma obra que hoy tiene en lo murario y assimismo se an de reedificar los dichos dos arbotantes como mucha parte por haberse demolido con el grande golpe que cayo sobre el».[1]

Pese a que la parroquia se encontraba sumida en graves problemas económicos, dadas las circunstancias de imperiosa necesidad, las obras comenzaron de inmediato sin contar con el consentimiento de la Sede Hispalense. Por ello el 9 de agosto, y a instancias del Arzobispado, visitan el edificio Lorenzo Fernández de Iglesia y José Tirado, maestros de cantería y albañilería respectivamente de la Catedral de Sevilla. Estos maestros reconocen las obras y encuentran que las mismas habían avanzado muy rápidamente, ya que, no sólo se había comenzado la reconstrucción de los pilares, sino que los mismos alcanzaban ya las tres varas de altura. Sin embargo señalan que los nuevos pilares «no corresponden en sus labores a los que estan en ser faltando a su correspondencia y conformidad por ser mas gruesos y de fabrica distinta por lo que se reconoce su defecto».[2] Además se percatan de grietas en el primer pilar del Evangelio, contiguo a estos reconstruidos, e indican la delicada situación, ya que de avanzar su deterioro, habría que reconstruirlo también. El informe se acompañaba con un alzado y una planta, de los cuales tan sólo se conserva esta última (fig. 1), que reflejaba la arquitectura original de la iglesia y donde se señala la zona afectada.

La obra en aquellos momentos se estaban realizando a jornal y los maestros sevillanos propusieron que se realizase a destajo, con lo que el coste disminuiría hasta alcanzar los 24.500 ducados.[3] La respuesta de la parroquia no se hizo esperar, y Azcariz desoye a la autoridad eclesiástica, permitiendo a Moreno Meléndez continuar con los trabajos de la misma manera en que los venía realizando. Precisamente este último maestro da un parecer el 3 de septiembre, defendiéndose de las acusaciones vertidas por sus colegas sevillanos. En él indica que el aparente grosor de los pilares se debía a que todavía no había comenzado a labrar la decoración, que además propone que sea diferente a los demás pilares, argumentando que uno de los requisitos de la buena arquitectura era, aun manteniendo las formas básicas, cambiar la decoración de cada pilar, dando como ejemplo lo realizado

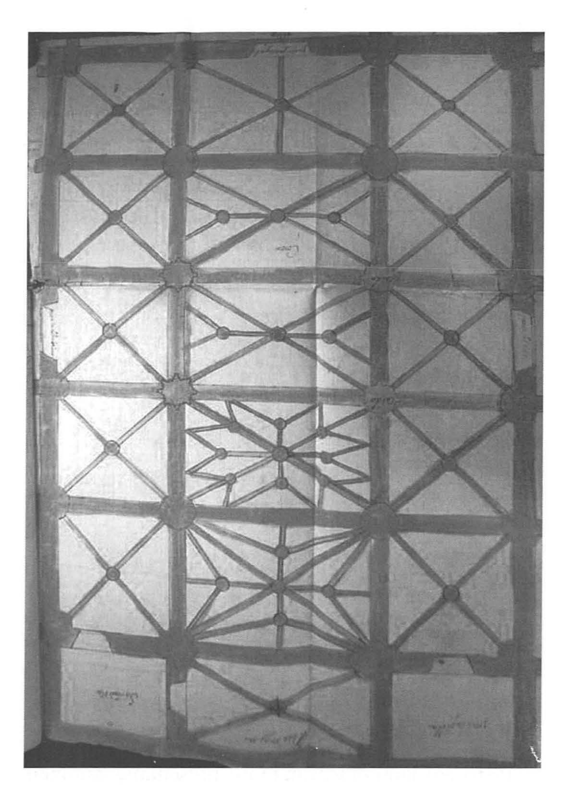


Figura 1
Planta del edificio. Lorenzo Fernández de Iglesia y José Tirado, 1695 (A.O.J.F.)

en la Iglesia de San Miguel. Sin embargo limita esta nueva decoración a los pilares, ya que pensaba que en el resto del edificio se debían de mantener las mismas formas que en lo «antiguo». El maestro pone como ejemplo de belleza, tratando de este modo de explicar la nueva decoración con que iba a revestir los pilares, a la Parroquia jerezana de San Miguel, los cuales presentan una ornamentación diferente entre sí manteniendo las formas básicas, lo cual se ha querido ver como una admiración y respeto de Moreno hacia el estilo gótico, sin embargo creemos que este aspecto se ha exagerado y que sencillamente el arquitecto realizó en estos pilares una decoración barroca aunque mantuvo la geometría general existente del resto de los pilares (Ríos 2001, 135). Respecto al pilar que los maestros sevillanos habían analizado, Moreno asegura que el daño se limita a la zona externa, y que había sido ocasionado porque el órgano estaba anclado al citado pilar, y al caer con el derrumbamiento ocasionó la rotura de algunos sillares. Aún así lo apuntaló.

En cuanto a los pilares derruidos, se comprobó «que tenía la piedra labrada asentada con cal y arenas y el corazon macizado con cal y tierra».[4] De los tramos de bóvedas que quedaban en pie, indicaba que estaban en muy mal estado, y que algunos nervios se encontraban separados del plemento, por lo que la situación era grave y urgía terminar la obra. Conocemos un tercer informe de Diego Moreno fechado en 19 de septiembre de 1695, en el que se indica que de las doce varas que medía cada pilar estaban construidas siete, declarando la necesidad apremiante de concluir las obras antes de la llegada de las lluvias. Sin embargo a pesar de este requerimiento del maestro, hasta 1699 no se terminaron las obras.[5]

La restauración del siglo XIX (1879–1891)

Durante el siglo XVIII el edificio no presenta ningún problema estructural aunque se estuviera construyendo en el edificio durante toda la centuria. Hacia 1726 se construyó la Capilla de la Hermandad del Prendimiento, en la actualidad Sagrario. Se abre en el cuarto tramo de la nave del evangelio, junto a la puerta que da acceso a la calle. De planta cuadrangular, está cubierta por una cúpula de media naranja apoyada sobre pechinas. En 1733 se efectuó una restauración de la Capilla de la Paz a cargo del arquitecto Francisco Diosdado y, ya en la segunda mitad del siglo, cabe ser destacada la obra de la espadaña, situada sobre el muro meridional del ábside, realizada por Juan de Vargas en 1770 (Aroca 2002, 210).

A partir de 1879 y con más buenas intenciones que medios económicos comenzaron unas importantes obras de restauración en el templo dirigidas por José Esteve y López, arquitecto valenciano afincado en la ciudad que ya había realizado una intervención similar en la Parroquia de San Miguel. Este fue sustituido en 1885 por Adolfo del Castillo quien concluyó las obras. Con la idea de devolver al templo su antiguo esplendor se llevó a cabo una transformación radical. En un principio se eliminó la cal de todos los paramentos interiores, se reconstruyeron las tracerías de las ventanas, se abrieron las ventanas del ábside, ciegas desde un principio ya que eran motivos decorativos y no huecos propiamente dichos. La eliminación

de la cal no sólo trajo consigo la restitución de los elementos decorativos perdidos sino una búsqueda de la unidad estilística del edificio, de esta manera se eliminaron los terceletes de casi todas las bóvedas de la nave central, cuya existencia podemos constatar por el citado plano de 1695. Los pilares reconstruidos durante la restauración del XVII, cuya decoración era considerada más moderna por los eruditos decimonónicos, fueron reformados hasta igualarlos a los restantes. Pero la intervención que pudo traer consecuencias más importantes desde un punto de vista estructural fue la apertura de dos arcos apuntados en los muros laterales de la Capilla Mayor comunicando de este modo esta zona con los últimos tramos de las naves laterales.

En 1891 y coincidiendo con el final de las obras llega al templo procedente de la Cartuja de Santa María de la Defensión la sillería coral de padres (fig. 2), interesante ejemplo de la escultura andaluza del siglo XVI. Este hecho trajo consigo una alteración de las reformas que se estaban llevando a cabo en el templo. La pieza, de grandes dimensiones se situó en la Capilla Mayor cubriendo la zona inferior de los arcos que se habían abierto recientemente en este lugar. Por ello, se optó por una solución de compromiso que consistió en levantar en cada uno de los citados arcos un muro que ocultara la parte trasera de la sillería. Además se seccionó la parte inferior de los pilares del presbiterio para encajar el mueble, con la consiguiente pérdida de sección resistente (Álvarez, Guerrero y Romero 2003, 76–82).

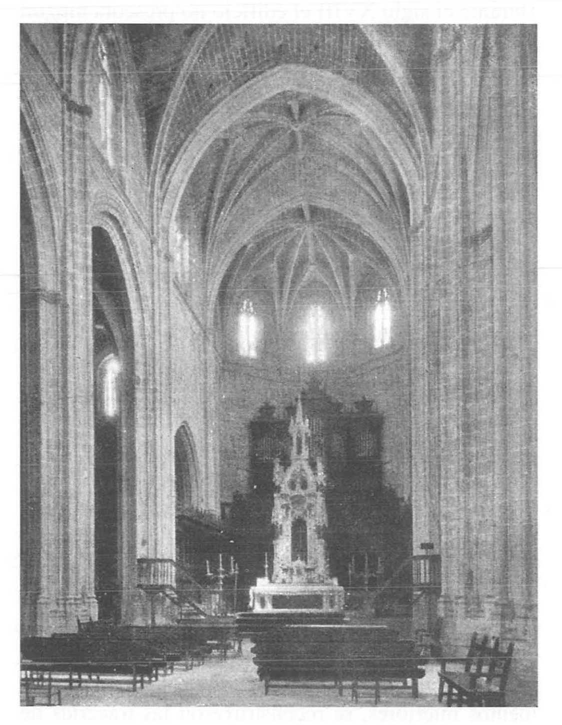


Figura 2
Capilla Mayor con la sillería de la Cartuja de Santa María de la Defensión

Rafael Esteve Caballero y el eficaz manejo de los medios auxiliares (1902–1906)

Creemos que las anteriores actuaciones afectaron con bastante probabilidad al sistema de fuerzas de la estructura acentuando los problemas que presentaba el edificio. El diez de enero de 1902, Rafael Esteve, en calidad de arquitecto municipal, visita el edificio debido al desprendimiento de un trozo de dovela de un arco de la nave principal y el pilar que lo recibía [el primero del lado del evangelio] presentaba síntomas de ruina. Por ello se acometen una serie de actuaciones con carácter de emergencia que comprenden el zunchado del pilar mediante tablones de madera acoplados y cinchos de hierro (fig. 3), el encimbrado de dos de las ventanas y el derribo y posterior relleno de las criptas inmediatas con hormigón de cal y tierra. En estos trabajos se descubrió que algunos de los nichos socavaban cerca de 40 cm los cimientos, por lo que se construyó un anillo exterior de fábrica de ladrillo para contener la cimentación.[6] Ya en esos momentos se propone por parte del arquitecto como única solución la reconstrucción del pilar, lo que no se llega a realizar entonces a causa de la precaria situación económica de la parroquia.

La reconstrucción del pilar contemplaba como primera medida el acodalado y encimbrado de los arcos y bóvedas que descansan sobre el pilar. Para ello, se proyecta una compleja estructura de madera, que es claramente visible en las fotografías de la época. Para la mejor comprensión del sistema de apeos, Rafael Esteve construyó una maqueta de madera conservada en la actualidad en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (fig. 4).

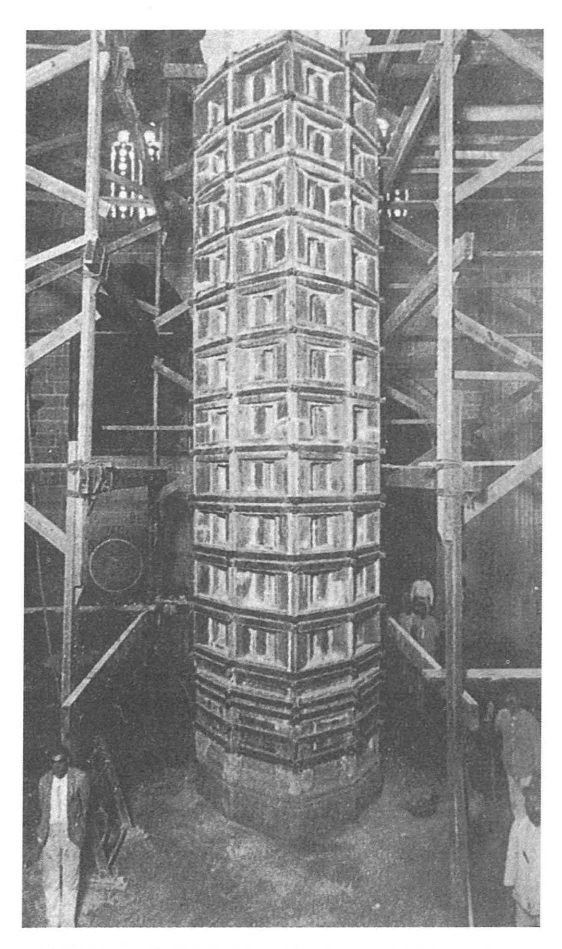


Figura 3
Zunchado del pilar en 1902. (Merino Calvo 1995)

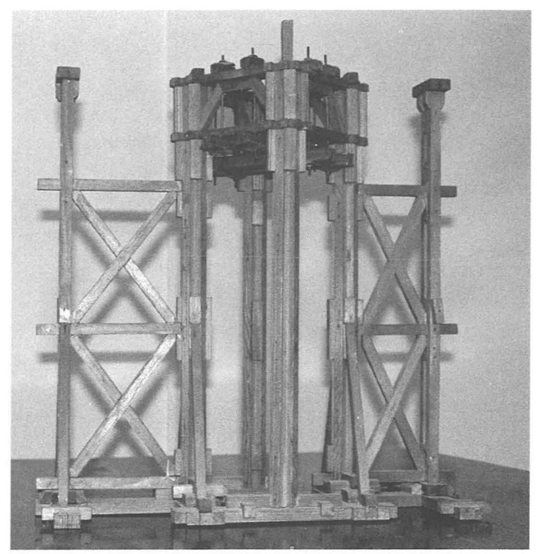


Figura 4
Maqueta de la estructura de madera. E.T.S.A de Madrid

Tras preparar convenientemente el terreno se procedió a la colocación de las soleras que rodeaban la base del pilar y que estaban formadas por planchas de madera unidas a media madera en sus cabezas, además de otras soleras en sentido longitudinal y transversal junto la base de los pilares contiguos. Rodeando el pilar se situaba un pie derecho de sección cruciforme bajo cada uno de los arcos formeros y transversales que descargaban en el pilar y se unían a las soleras por medio de cepos (fig. 5). De estos cuatro pies derechos, los dos situados bajo los arcos formeros apoyaban en otra solera situada sobre la anterior para repartir mejor las cargas sobre el terreno.

Los cuatro soportes se refuerzan en la parte superior para recibir la plataforma formada por un doble aro de planchas unidas a media madera que permiten que continúe hacia arriba el núcleo de cada uno de los soportes hasta una segunda plataforma construida de forma similar. Este segundo enrayado lleva entre las planchas otra más unida mediante pasadores y constituyendo una plataforma que rodea al pilar con objeto de recibir la cimbra de los arcos bajos y la cercha de la nave principal. Esta plancha intermedia apoya sobre sopandas apeadas por jabalcones de la misma escuadría cuya unión se refuerza con chapas y escuadras metálicas a ambos lados unidas por tornillos de rosca. De esta plataforma superior sería de donde se colgarían las asnillas destinadas a sostener el pilar una vez cortado y estarían formadas por cuatro vigas, formadas cada una de ellas por dos vigas metálicas y un tablero intermedio. Las vigas se colgarían mediante ocho pendolones metálicos de siete centímetros de diámetro y fileteados en sección rectangular en sus extremos que atravesarían la plataforma, los jabalcones y dichas vigas; y se unirían a unos platos de fundición en la parte superior y en la parte inferior de las vigas metálicas mediante tuercas.

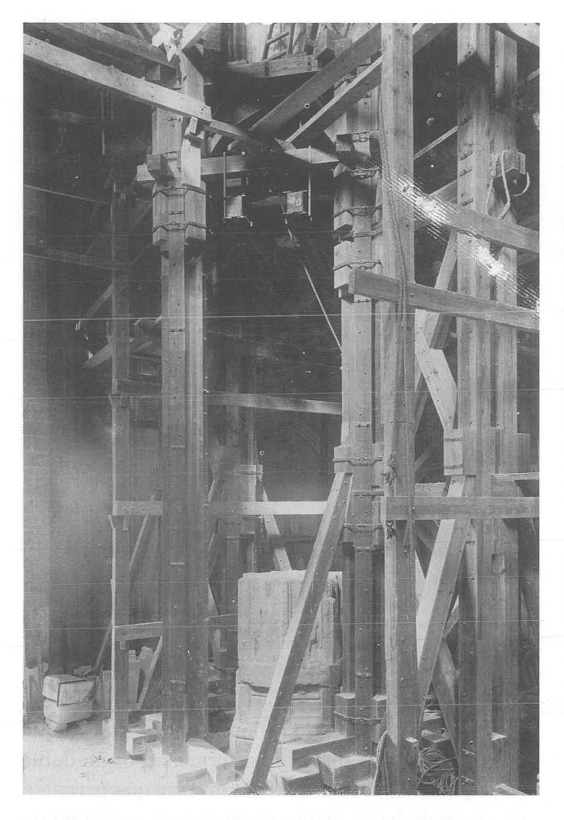


Figura 5
Obras de reconstrucción del pilar. 1905. (Propiedad de Rafael Esteve González)

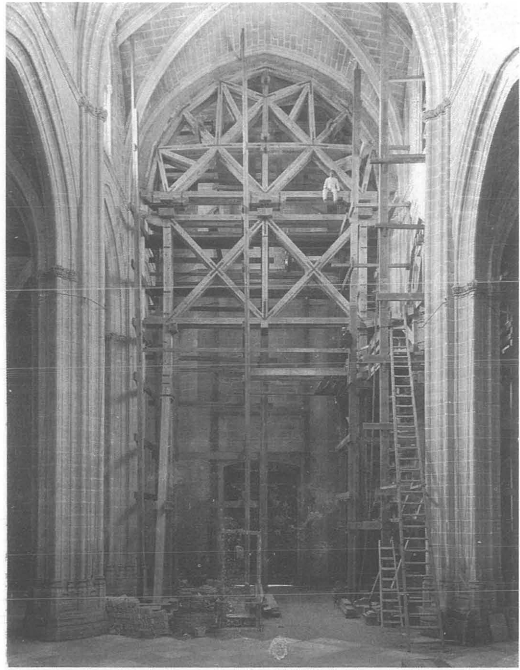


Figura 6
Obras de reconstrucción del pilar. Nave Principal. 1905. (Propiedad de Rafael Esteve González)

Las cimbras de los arcos formeros y el transversal de la nave lateral son dobles y apoyan en el otro extremo en unos pies derechos dobles que van unidos a los soportes cruciformes junto al pilar mediante tirantes y cruces de San Andrés de la misma escuadría. Todos los soportes bajo los arcos formeros llevan tornapuntas desde la las soleras hasta la mitad de ellos.

La cimbra de la nave principal (fig. 6) se apoya en la viga armada a través de seis templadores de bronce que permitirían subir o bajar la cimbra para contrarrestar los movimientos descendentes de la estructura de apoyo que necesariamente se producirían debido su altura. Además se preveía el tensado del pendolón de la viga para evitar su excesiva deformación. La viga armada apoyaría, además de en la plataforma junto al pilar a sustituir, en otro pie derecho de sección en forma de T que se aseguraría mediante dos tornapuntas en el sentido longitudinal del edificio.

Las parte superior de las cimbras se realiza mediante tableros clavados en todo su contorno sobre el que se realiza un relleno de ladrillo tomado con yeso para acomodar la estructura de carpintería a la de piedra. Además de lo anterior se aseguraron el arbotante y botarel correspondientes al pilar ruinoso (fig. 7), el correspondiente al muro de fachada y dos de las ventanas que se abrían a la nave principal.

En el apartado de cálculo del documento el arquitecto además de realizar un cálculo de las cargas soportadas por las vigas, pies derechos y la cimentación, justifica la decisión del arriostrar los pies derechos bajo los arcos formeros para aumentar su resistencia disminuyendo la posibilidad de pandeo y el arriostrado del arco transversal para dar estabilidad

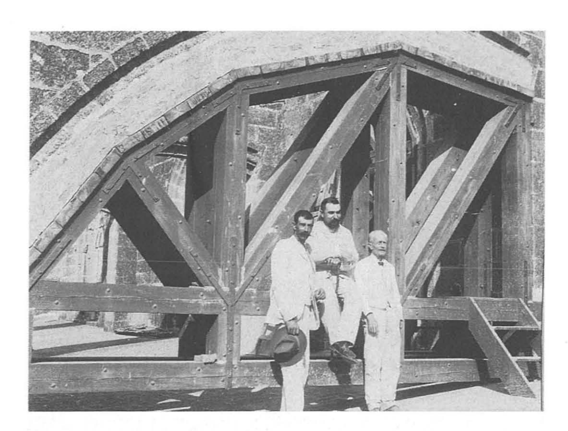


Figura 7
Apuntalado del arbotante. 1905. (Propiedad de Rafael Esteve González)

en sentido transversal del edificio contrarrestando los empujes producidos hacia la nave baja.

El arquitecto se plantea si una vez cortado el pilar no se producirían empujes desde los arcos cruceros de la nave lateral hacia la nave principal comprometiendo la estabilidad del conjunto. Considera que, una vez apuntalados los arcos mediante las cimbras, este empuje lateral sería pequeño en relación a las cargas verticales soportadas por las asnillas por lo que no consideró necesario acodalar los dos pies derechos de la nave mayor.

Hay que poner este proyecto en relación con la restauración de la Catedral de Sevilla, llevada a cabo por Adolfo Fernández Casanova entre 1881 y 1889, y continuada tras el derrumbe de uno de los pilares del crucero por Joaquín Fernández Ayarragaray hasta 1900. La intervención de Sevilla realizada por Fernández Casanova estuvo influenciada a su vez por el detallado estudio que el arquitecto realizó del complejo sistema de encimbrado utilizado por Juan Madrazo en la Catedral de León (González-Varas 1994). La estructura proyectada en Santiago, de menor complejidad que las anteriores, debido por un lado a la menor escala del edificio y a no tener que contrarrestar empujes laterales tan importantes como en Sevilla o León, denota sin embargo un profundo conocimiento del funcionamiento de las bóvedas de crucería gótica y un hábil manejo de los medios existentes en aquellos años.

Una vez terminada la estructura de madera, se suprimieron los arcos terciarios en las dos primeras bóvedas de la nave central, argumentando para ello que dichos arcos estaban completamente sueltos y eran independientes de la plementería, comprobándose en algunos puntos una separación de hasta 15 cm. Con esta operación se pretendía evitar las cimbras correspondientes a estos arcos, que hubiera supuesto un aumento del costo de las obras «a más de que su estilo no era tan puro».[7] Pese a que la intervención de Rafael Esteve se dirigía a acabar con un grave problema estructural del edificio, el arquitecto, muy influido por la corriente de la restauración en estilo, no dejó pasar la oportunidad de depurar la ornamentación de la obra original que consideraba que desvirtuaba el espíritu gótico de la fábrica.

El 27 de marzo de 1905 se comenzó a cortar el exterior del pilar en cuatro puntos colocándose paulatinamente las cuatro vigas que habían de sustentar las bóvedas. El 6 de abril, después de haberse comprobado todo el sistema de apeo y encontrándose en el interior de la iglesia sólo el arquitecto y otras tres personas, se procedió a cortar el núcleo que quedaba del pilar, comprobándose en ese momento el correcto funcionamiento de los apeos, ya que los testigos de los citados apeos y de la fábrica no sufrieron ninguna alteración. El 26 de junio se retiraron todos los tablones que zunchaban el pilar y cinco días más tarde se comenzó a demoler el pilar «el cual se encontró formado por cuatro piedras exteriores labrados solo los lechos y los contralechos desbastados, los gruesos de mortero eran enormes y el núcleo interior estaba formado por granza de cal, ripiones, etc. resultando el pilar como todos los de su época; fueron saliendo las primeras piedras casi enteras, pero al llegar a la mitad salían estrujadas completamente algunas de ellas hechas ripio; esto vino a confirmar la sospecha que había tenido [el arquitecto] cuando el reconocimiento del pilar y la razón que había tenido [el mismo] en embragarlo por medio de tabicones acoplados y cinchos de hierro . . . puede asegurarse por consiguiente que la ruina del pilar provino del estrujamiento de las piedras del tercio y medio inferior debido al exceso de carga».[8] El arquitecto indica en la descripción de las obras que se realizaron ensayos con muestras de piedra del pilar ruinoso, rompiéndose bajo una carga de 20 kg/cm^2. El viernes 7 se dieron por terminados los trabajos de derribo del pilar, y una vez alcanzada la cota del cimiento, «y después de hecho un rebaje

en él se rellenó con ladrillo prensado de Sevilla y mortero hidráulico de una y una a manera de losa de ejecución y con objeto de repartir uniformemente las presiones».[9] El día 12 se replantea y se coloca la primera piedra del nuevo pilar, comenzando su construcción al día siguiente empleándose un despiece de la piedra distinto al del pilar primitivo. Se continuaron los trabajos hasta alcanzar la penúltima hilada antes de las vigas de hierro, colocándose los templadores bajo ellas «a fin de que el pilar verificara el asiento que quisiera».[10] El 14 de agosto se comenzaron las labores de sustitución de las vigas por los sillares de piedra.

Una vez alcanzada la cota de la parte del pilar que se conservaba, y debido al mal estado de la piedra en esta zona, se sustituyeron a mete y saca las dos hiladas anteriores a los capiteles por piedra nueva. El 28 de agosto se empezó a retirar las cimbras y los andamios del arbotante de la fachada lateral que se aprecia en una de las fotografías, concluyéndose esta operación el 14 de septiembre. Al día siguiente se aflojó la cimbra del arco transversal de la nave principal y se comprobó que el acomodo de ladrillo y mortero de yeso de la parte opuesta al pilar, quedó sujeto al arco y fue necesario romperlo antes de bajar la cimbra. Estos trabajos continuaron hasta el día 25 en el que el pilar concluido soportaba todas las cargas, «no habiéndose notado más que pequeños pelos en las diagonales de las bóvedas y en la plementería de la bóveda de la derecha».[11] Al día siguiente se comenzó el retundido de las bóvedas de la nave principal y se efectuó el taqueo del tercer pilar de la Epístola. Durante los meses de noviembre y diciembre se quitaron las cimbras y acodalados y se colocaron las ventanas y la solería de las cuatro bóvedas. Debido a la falta de fondos y para evitar la paralización de las obras que restaban, la junta de obras decide vender la madera utilizada para pagar el importe de los jornales de los operarios. Antes de dar por concluidos los trabajos se taquearon los pilares inmediatos a los púlpitos, observándose que el correspondiente al lado de la Epístola tenia descompuesta la piedra del tercio inferior y que el muro pasaba por detrás de los baquetones correspondiente al arco toral, apuntando Esteve que el cuarto pilar que recibe los muros del presbiterio es «falso». Tras algunos trabajos menores se concluye la obra el 10 de mayo de 1906. Las causas del deterioro del pilar hay que buscarlas en la poca calidad de los materiales y en las deficiencias de su construcción, ya que su importante núcleo interior no era lo suficientemente resistente [de hecho era sólo de cal y tierra] y que, como Esteve indica en sus cálculos, las tensiones a las que estaba sometida la piedra eran muy cercanas a su límite de resistencia a compresión, por lo que cuando se reconstruyó el pilar se utilizó piedra de mejor calidad, y se aumentó la sección resistente.

Reparación de la base de un pilar por Francisco Hernández-Rubio (1928–1929)

En 1928, vuelven a aparecer grietas en la fábrica, esta vez, en el basamento del segundo pilar del lado de la Epístola. Ante tan preocupante situación se encargó al arquitecto Francisco Hernández-Rubio un reconocimiento del mismo, tras el que se llegó a la conclusión de que era necesaria la reconstrucción de la base del pilar.[12] Se propuso un sistema de apeo mediante el que se aseguraba la estabilidad de la estructura mientras se sustituían los sillares dañados por otros de nueva labra, sin interrumpir en ningún momento la continuidad del pilar (Merino 1995, 116; Álvarez, Guerrero y Romero 2003, 85). Al iniciar la obra en 1929, se reconoce la cimentación encontrándose su base en buen estado, pero al igual que en la nave del Evangelio, estaba rodeada por galerías y sepulturas de profundidad variable. Ello supuso una modificación tan sólo en cuanto a los puntos de apoyo de los soportes provisionales de madera. Tras rodear el tercio inferior con tableros unidos por abrazaderas metálicas, se acodaló el pilar en las cuatro direcciones mediante ocho puntales de madera que arrancaban desde el fondo de las galerías funerarias, y otros cuatro que lo hacían desde los pilares adyacentes (figs. 8 y 9).[13]

Fernando de la Cuadra, José Menéndez-Pidal y Francisco Pons Sorolla; el último hundimiento y su reconstrucción (1954–1966)

El 3 de marzo de 1953, Álvaro Domecq y Díez, alcalde de la ciudad, elevó al Ministro de Gobernación una petición de ayuda económica para la restauración del templo debido a los síntomas de ruina que presentaba como consecuencia de la explosión de un almacén de minas submarinas acaecida el 18 de agosto de 1947 en la ciudad de Cádiz.[14]

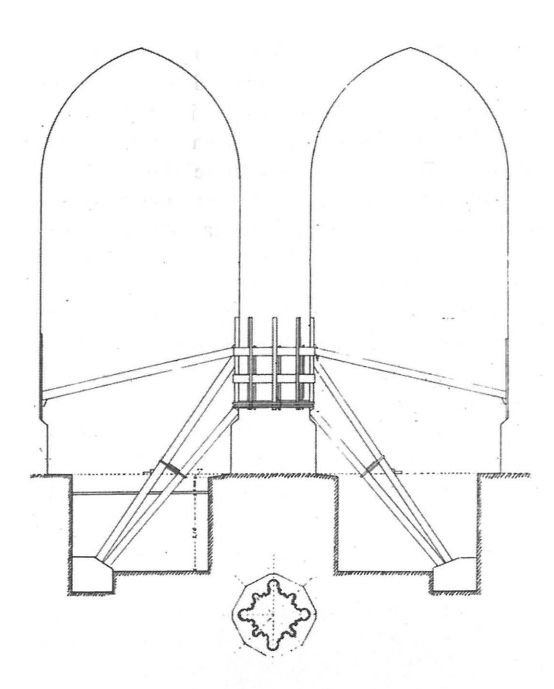


Figura 8
Reparación del pilar. Alzado. 1928. (Merino Calvo 1995)

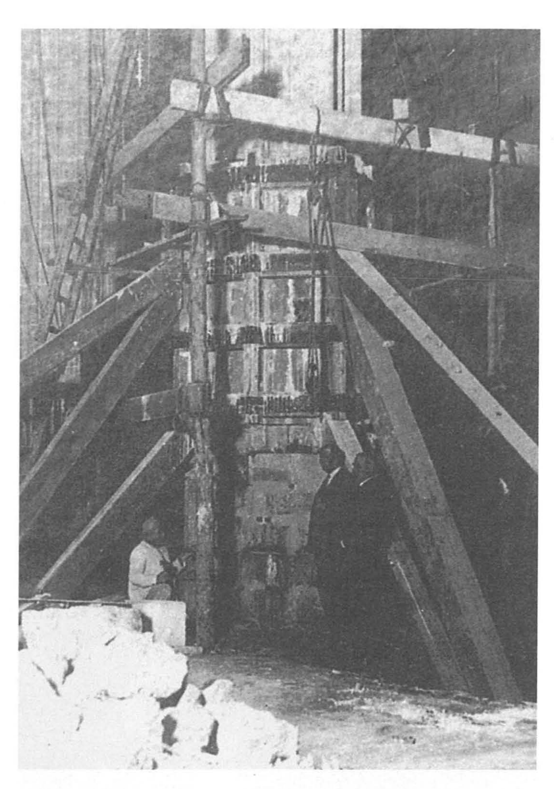


Figura 9
Hernández-Rubio ante el pilar. 1928. (Merino Calvo 1995)

La carta iba acompañada de un informe realizado por el arquitecto municipal Fernando de la Cuadra donde se dictamina que tanto en las bóvedas como en los muros del lado del Evangelio se habían abierto grietas de consideración, y uno de los arbotantes de esta parte del templo se había partido. Los pilares que sostienen el arco toral que da paso al presbiterio, tenían señales de aplastamiento en la parte baja, pero según indica de la Cuadra, los desperfectos no habían llegado a las bóvedas correspondientes, por lo que pensaba que el núcleo de los mismos no estaba dañado. Cabe citar ahora las observaciones que Rafael Esteve hizo sobre estos elementos de la iglesia, ya que él se dio cuenta de que no se trataba de pilares, sino de un muro al que se le había adosado una decoración imitando la forma de un pilar, y por eso este «núcleo» no presentaba desperfecto, al no ser tal «núcleo» sino un muro de piedra maciza. Ante esta situación se propone la sustitución de la cantería dañada de estos «pilares», así como otras reparaciones en el Sagrario y el Baptisterio.

Las obras comenzaron en 1954 a cargo de la Dirección General de Regiones Devastadas, que encargó la dirección de los trabajos a José Menéndez-Pidal y al propio de la Cuadra. Se procedió al apeo de los arcos formeros correspondientes al pilar del Presbiterio de la nave de la Epístola, que se apuntaló, y se cegó con ladrillos el arco que en el muro contiguo se abriese durante la restauración de finales del XIX. Pero el problema no se limitaba sólo a este pilar, y pronto la parte correspondiente a la nave de la Evangelio de la fachada principal, mostró un alarmante avance de su deterioro, por lo que hubo de ser apeada, y como remate, y sin presentar antes ninguna señal que predijera tan terrible suceso, el 22 de marzo de 1956 se hundió el segundo pilar de la Epístola (figs. 10 y 11).

Se llegó a la conclusión de que se había producido un aplastamiento por exceso de carga en una sección baja del pilar situada a unos tres metros de altura, además de constatarse la presencia de otra galería de

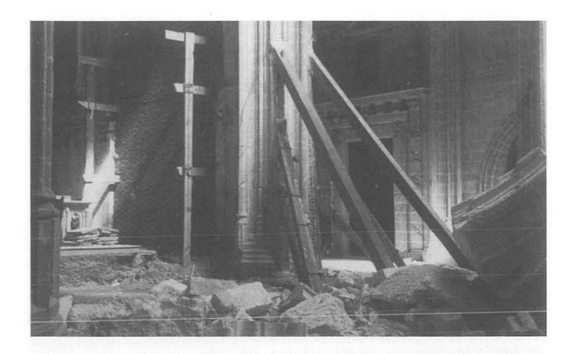


Figura 10
El edificio tras el hundimiento del pilar. 1956. Biblioteca Municipal de Jerez (B.M.J.)

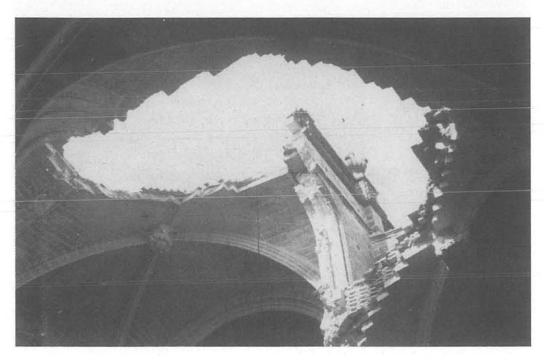


Figura 11
El edificio tras el hundimiento del pilar. 1956. (B.M.J.)

enterramiento en la nave afectada. Los graves problemas estructurales del edificio se atribuyen por un lado, a la poca resistencia a compresión de la piedra de las canteras de El Puerto de Santa María,[15] y por otro a la historia constructiva del templo. La Capilla de la Paz, más antigua que el resto de la fábrica, condicionó la construcción de finales del XV, impidiendo la colocación de contrafuertes en ese tramo del muro, además, la construcción de la espadaña a finales del siglo XVIII, adosada a uno de los muros del ábside, también afectó al sistema de fuerzas de éste, puesto que los contrafuertes se vieron mutilados.

También hay que decir que había evidentes síntomas de ruina en los pies de la nave de la Epístola donde se abría por aquel entonces, la Capilla Bautismal, también con graves problemas, producidos por la existencia de una escalera contigua, que mutilaba parte de las zonas inferiores de los contrafuertes exteriores de la esquina de la iglesia. Además, existía otra escalera, esta vez de caracol, alojada en el recrecido que conforma la portada principal, que debilitaba otro de los contrafuertes. Por si fuera poco había un pozo muy cercano a la fachada principal, que había sido cegado hacía pocos años.

En vista del grave estado que seguían presentando los pilares del frente del Presbiterio, y dada la poca seguridad que ofrecía el terreno en aquella zona debido a la existencia de las ya citadas galerías de enterramiento, se realizaron unas soleras de hormigón armado en forma de cruz (fig. 12), con la intención construir posteriormente los pilares del mismo mate-



Figura 12
Obras de emergencia tras el derrumbe. 1956. (B.M.J.)

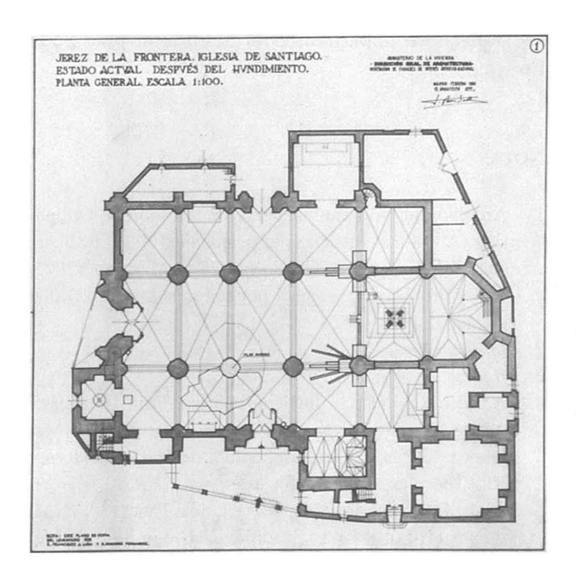


Figura 13
Planta del estado del edificio tras el derrumbe. Francisco Pons Sorolla. 1961. (A.G.A.)

rial para sostener las cimbras en el proceso de reconstrucción de los pilares. Mientras tanto, se realizaron estribos de fábrica de ladrillo hasta una altura de cinco metros, en las tres direcciones libres de cada pilar. La ventaja de esta solución era la de «no ser preciso conmover con golpes o trepidaciones fuertes los pilares, que podrían acelerar, de modo súbito, el derrumbamiento de los mismos».[16] Las medidas de urgencia incluían el zunchado de los seis pilares del edificio, así como la colocación de marcos de madera y macizado que se estimasen necesarios en los contrafuertes de los pies de la iglesia, afectados por la escalera. Para la consolidación del edificio se preveía el encimbrado de la casi totalidad del mismo, para proceder a la sustitución de la fábrica dañada por otra nueva en los pilares del presbiterio. Se propuso también, para dar estabilidad a las bóvedas, la construcción de losas de hormigón armado, situadas en el trasdós y unidas solidariamente a la plementería, ya que las nervaduras no traspasaban el casco de la bóveda.

Extinguida la Dirección General de Regiones Devastadas, será la Dirección General de Arquitectura la que se haga cargo de un proyecto global para acometer de forma definitiva la restauración del edificio (fig. 13), cuyas obras comenzaron en 1961 bajo la dirección de Francisco Pons Sorolla.[17] Se proyectó un apeo general de las tres naves de la iglesia, que descargaría simultáneamente todos los pilares y suprimiría los empujes sobre las fachadas, permitiendo, además de la reconstrucción del pilar arruinado, la consolidación de los contrafuertes exteriores, y el desmontaje y rearmado de los arbotantes en ruina (fig. 14).

Tras el refuerzo de la cimentación mediante el atado con zunchos de hormigón, se realizó el apeo, mediante muros de ladrillo coronados por vigas de hormigón armado sobre las que apoyarían los andamios y cimbras para los apeos y trabajos en las bóvedas. Para la reconstrucción de la zona hundida y el refuerzo de los pilares, se propone como mejor solución «la sustitución del núcleo por hormigón ligeramente

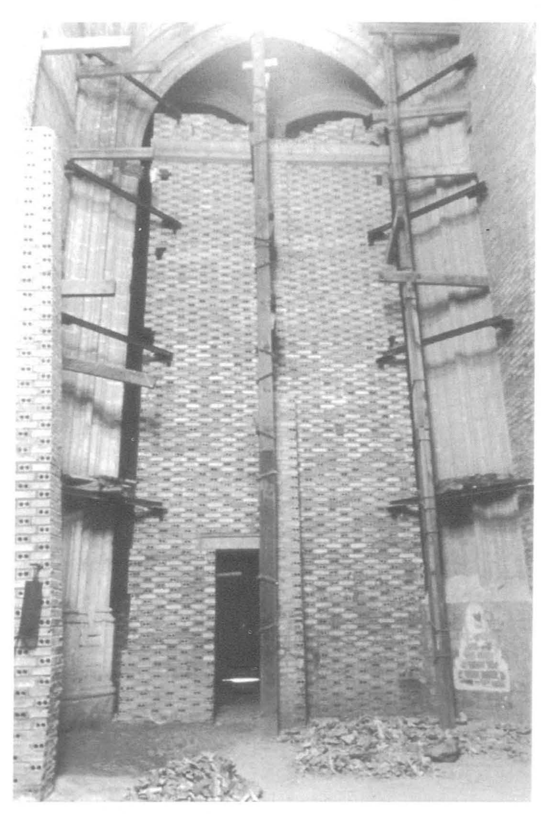


Figura 14
Apeo general de la iglesia. 1964. (A.G.A.)

armado previo corte vertical de los pilares y vaciado del núcleo actual, hasta la altura de 10,50 m o sea un metro más que la altura de la imposta de arranque de arcos de naves laterales»[18] (fig. 15). Además se propone la supresión de la subida a la torre a través del local sobre la capilla del Baptisterio macizando los contrafuertes cortados por la escalera y demoliendo el propio Baptisterio. Se reconstruyen las cubiertas y se restauran las balaustradas y el remate de la torre, y se construyen los pináculos «mutilados». Además de otros trabajos de restauración del templo, se suprimen las edificaciones adosadas a la iglesia. Los trabajos se prolongaron durante cinco años y la iglesia volvió a abrirse al culto el 25 de julio de 1966, día del apóstol Santiago.[19]

Hoy en día volvemos a ser testigos de los problemas estructurales de la parroquia. Se pueden observar numerosas grietas en toda la fábrica, destacando las situadas en la parte inferior del primer pilar de la Epístola.

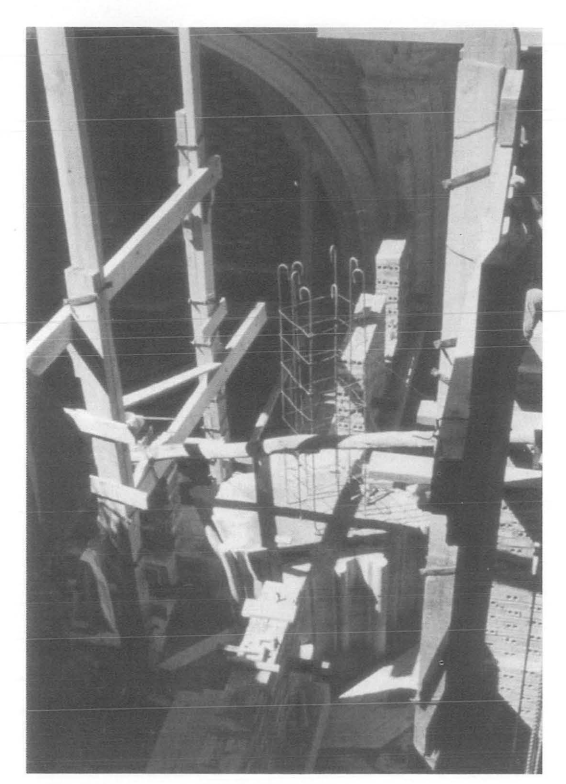


Figura 15
Reconstrucción del pilar. 1962 (A.G.A.)

NOTAS

1. Archivo del Obispado de Jerez de la Frontera. Ordinarios (A.O.J.F.). Justicia. Fábrica. Caja 130, Expediente 11. Fol. 5 vto. y ss. Citado por Ríos Martínez (2003, 273 y ss). La obra se tasó por los maestros en 27.000 ducados.
2. *Ibídem.*
3. *Ibídem.*
4. A.O.J.F. Ordinarios. Justicia. Fábrica. Caja 130, Expediente 11. Fol. 13 y ss. Informe de Diego Moreno Meléndez anterior al 3 de septiembre de 1695. Citado por Ríos Martínez (2003, 275 y ss).
5. A.O.J.F. Ordinarios. Justicia. Fábrica. Caja 130, Expediente 11. Fol. 15 y ss. Informe de Diego Moreno Meléndez del 29 de septiembre de 1695. Citado por Ríos Martínez (2003, 275 y ss).
6. Archivo Particular de la Familia de la Cuadra (A.P.F.C.). *Iglesia de Santiago. Restauración del pilar ruinoso.* 1906. Citado en Álvarez, Guerrero, y Romero (2003, 82 y ss). El arquitecto al hablar de los cimientos, explica cómo la nave lateral *«estaba formada de un cañón seguido y tres tandas de nichos a derecha e izquierda, algunos de los cuales estaba por bajo de la línea de formación del cimiento y otros rompían por su fondo cerca de 0,40 de éste».*
7. A.P.F.C. *Iglesia de Santiago. Restauración del pilar ruinoso.* 1906. Citado en Álvarez, Guerrero, y Romero (2003, 82 y ss)
8. *Ibídem.*
9. *Ibídem.*
10. *Ibídem.*
11. *Ibídem.*
12. Archivo General de la Administración (A.G.A.) Obras Públicas. Ministerio de la vivienda. Restauración de la Parroquia de Santiago de Jerez de la Frontera (1ª Parte). *Informe sobre el estado de conservación de la fábrica del templo parroquial de Santiago en la ciudad de Jerez de la Frontera, Cádiz.* Apéndice número 2. Informe del arquitecto Don Francisco Hernández-Rubio sobre sus obras realizadas en el año 1928.
13. *Ibídem.*
14. A.G.A. Obras Públicas. Ministerio de la vivienda. Restauración de la Parroquia de Santiago de Jerez de la Frontera (1ª Parte). Carta del Alcalde de Jerez de al Frontera al Ministro de Gobernación en 3 de marzo de 1953.
15. A.P.F.C. *Informe sobre el estado de conservación de la fábrica del templo parroquial de Santiago en la ciudad*

de Jerez de la Frontera, Cádiz. Citado por Álvarez, Guerrero, y Romero (2003, 87 y ss). Con posterioridad los ensayos realizados a probetas del material en el laboratorio del Centro Experimental de Arquitectura ofrecieron valores de su *coeficiente de rotura* de «aproximadamente la vigésima parte de la normal en la misma clase de arenisca que se emplea corrientemente en las construcciones de este tipo». A.G.A. Obras Públicas. Ministerio de la vivienda. Restauración de la Parroquia de Santiago de Jerez de la Frontera (1ª Parte). Carta del Director General de la D.G.A. al Interventor General de la Administración del Estado en 24 de octubre de 1956.

16. A.P.F.C. *Informe sobre el estado de conservación de la fábrica del templo parroquial de Santiago en la ciudad de Jerez de la Frontera, Cádiz*. Citado por Álvarez, Guerrero, y Romero (2003, 87 y ss)
17. A.G.A. Obras Públicas. Ministerio de la vivienda. Restauración de la Parroquia de Santiago de Jerez de la Frontera (4ª Parte). Proyecto de restauración de la Iglesia de Santiago 1961.
18. *Ibídem.*
19. *Hoy reapertura al culto de la Parroquia de Santiago.* Hoja del Lunes, 25 de julio de 1966, p. 3.

Lista de referencias

Álvarez Luna, Mª de los Ángeles; Guerrero Vega, José María y Romero Bejarano, Manuel. 2003. *La intervención en el patrimonio. El caso de las iglesias jerezanas (1850–2000).* Jerez: Ayuntamiento de Jerez.

Aroca Vicenti, Fernando. 2002. *Arquitectura y urbanismo en el Jerez del siglo XVIII.* Jerez: Centro Universitario de Estudios Sociales.

González-Varas Ibáñez, Ignacio. 1994. *La Catedral de Sevilla (1881–1900). El debate sobre la restauración monumental.* Sevilla: Diputación Provincial de Sevilla.

Grandallana y Zapata, Luis de. 1885. *Noticia histórico artística de alguno de los principales monumentos de Jerez.* Jerez: Gautier.

López Vargas-Machuca, Fernando. 1999. Espacios funerarios de la aristocracia en la arquitectura medieval jerezana. *Revista de Historia de Jerez,* 5: 71–85.

Merino Aranda, José Miguel. 2004. La restauración de la iglesia de San Miguel, 1866–1880, dirigida por el ilustre arquitecto jerezano Don José Esteve y López. *Jerez en Semana Santa,* 8: 419–461.

Merino Calvo, José Antonio. 1995. *El Arquitecto jerezano Francisco Hernández-Rubio y Gómez,* Jerez: Ayuntamiento de Jerez.

Mesa Xinete, Francisco de. 1888. *Historia sagrada y política de . . . Jerez de la Frontera.* Jerez: Imprenta de Melchor García.

Ríos Martínez, Esperanza de los. 2001. Gótico, Barroco y Romántico en la arquitectura jerezana del siglo XVII. *Revista de Historia de Jerez,* 7: 127–135.

Ríos Martínez, Esperanza de los. 2003. *Antón Martín Calafate y Diego Moreno Meléndez en la arquitectura jerezana del siglo XVII.* Cádiz: Universidad de Cádiz.

Sancho de Sopranis, Hipólito. 1934. *Introducción al estudio de la arquitectura en Xerez.* Jerez: Guión.

La antigua Lonja del río Barbate

Diego Anguís Climent
María Dolores Robador González

El edificio de la antigua Lonja se sitúa en el interior del río Barbate. Obra del arquitecto Casto Fernandez-Shaw, y considerada una obra emblemática dentro del municipio barbateño, se concluye sobre 1943. Hacia 1965, por razones técnico-económicas, las instalaciones portuarias donde se asienta el edificio se abandonan, comenzando con ello una larga agonía que llega hasta nuestros días. La organización internacional «Documentation and Conservation of building, sites and neighbourhoods of the Modern Movement», DOCOMOMO, incluye en su Registro de Arquitectura ésta edificación. La información planimétrica y fotográfica del estado actual es escasa, utilizándose para la presente ponencia como fuente los distintos archivos de los Grupos de Puertos del Estado y los archivos históricos de la Empresa Pública de Puertos de Andalucía. Al final, encontraremos la contradicción de una edificación catalogada como un «bien de interés cultural» y el deterioro que ha provocado su abandono y que hoy imposibilita prácticamente su recuperación, aunque su presencia aún nos permita reflexionar sobre los parámetros de funcionalidad y construcción que han hecho de este edificio, un referente internacional.

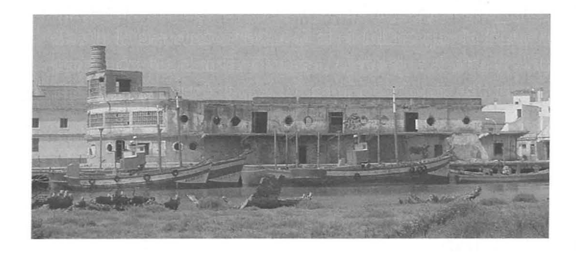


Figura 1
Estado actual de la antigua Lonja. Fachada al río Barbate. Julio de 2004

El arquitecto y su obra

> Si el arquitecto Casto Fernandez-Shaw, en lugar de nacer en España, lo hubiera hecho en cualquier otro país de la Europa central, sus proyectos y muchas de sus realizaciones ilustrarían no pocos manuales y estudios historiográficos donde se reseñan y contabilizan los movimientos expresionistas y futuristas europeos (Fernández Alba 1991)

La obra de Casto Fernández-Shaw (en adelante lo nombraremos por las iniciales CFS) se ha venido identificando por dos aspectos permanentemente presentes en la obra de este arquitecto. Por una parte, el conocimiento de las vanguardias que por entonces imperan en Europa. Por otra, la imperiosa necesidad de aportar en sus obras una necesaria funcionalidad que dé respuesta a los programas que originan los distintos encargos, en una sociedad que vive, no lo olvidemos, una situación social y económica llena de restricciones.

Tres actuaciones caracterizan la visión del arquitecto cuando se enfrenta al diseño de los mercados:

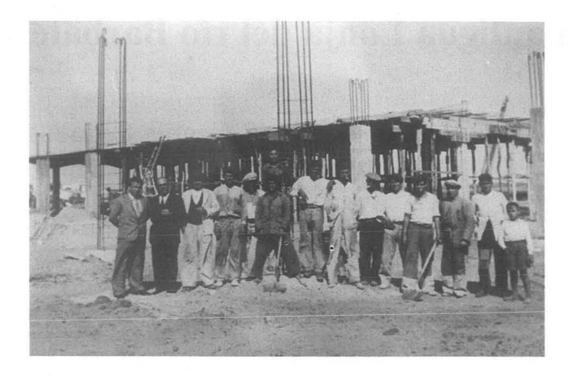


Figura 2
Casto Fernández Shaw en la obra de la lonja de Barbate. Hacia 1941

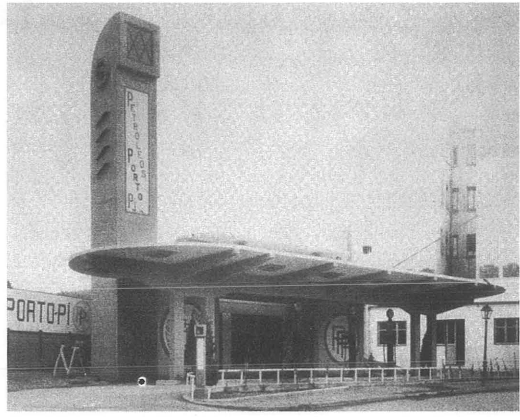
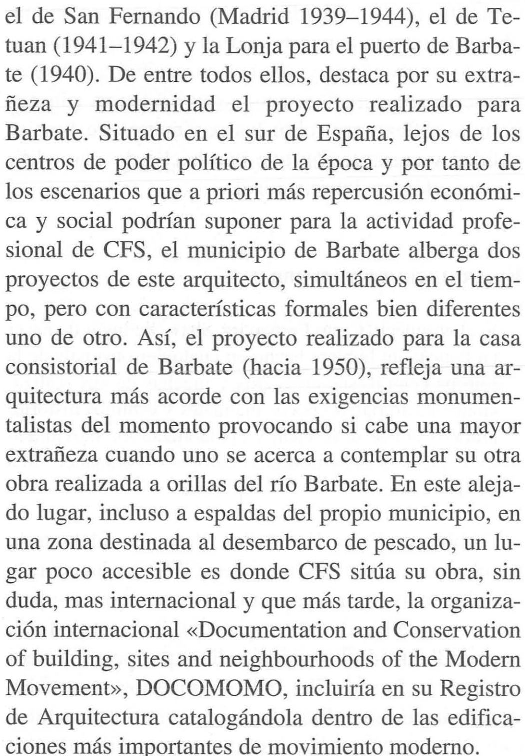


Figura 3
Estación de Porto-Pí



el de San Fernando (Madrid 1939–1944), el de Tetuan (1941–1942) y la Lonja para el puerto de Barbate (1940). De entre todos ellos, destaca por su extrañeza y modernidad el proyecto realizado para Barbate. Situado en el sur de España, lejos de los centros de poder político de la época y por tanto de los escenarios que a priori más repercusión económica y social podrían suponer para la actividad profesional de CFS, el municipio de Barbate alberga dos proyectos de este arquitecto, simultáneos en el tiempo, pero con características formales bien diferentes uno de otro. Así, el proyecto realizado para la casa consistorial de Barbate (hacia 1950), refleja una arquitectura más acorde con las exigencias monumentalistas del momento provocando si cabe una mayor extrañeza cuando uno se acerca a contemplar su otra obra realizada a orillas del río Barbate. En este alejado lugar, incluso a espaldas del propio municipio, en una zona destinada al desembarco de pescado, un lugar poco accesible es donde CFS sitúa su obra, sin duda, mas internacional y que más tarde, la organización internacional «Documentation and Conservation of building, sites and neighbourhoods of the Modern Movement», DOCOMOMO, incluiría en su Registro de Arquitectura catalogándola dentro de las edificaciones más importantes de movimiento moderno.

Si analizamos la obra construida hasta entonces por CFS, podemos encontrar en la estación de servicio de Porto Pí (Madrid, 1927) (fig. 3) las primeras definiciones de unas formas constructivas que luego desarrollará en la Lonja de Barbate. Los grandes pilares acartelados donde reposa una delgada losa de hormigón, se trasladan en Barbate a la configuración de la zona de descarga de pescado. Las palabras de CFS referidas a la estación de servicio de Porto Pi, bien podrían aplicarse a su edificio de la Lonja: «el edificio estaba esencialmente construido por la escueta estructura de hormigón, con claras evocaciones de la construcción naval . . . La superposición de los planos de las marquesinas recuerda las alas de un biplano. La torre recuerda a los tubos de ventilación de los barcos».

La Lonja es de una concepción limpia, solo rota por la adicción de una serie de impostas en la fachada que confunden el carácter rotundo del edificio. La planta baja resulta más opaca en contraste con la profusión de huecos de las plantas primera y torreón, donde a partir de una serie de carpinterías, hoy tabicadas aunque en su origen eran de madera, se consigue una cierta livianidad en la composición. En palabras del profesor Pico Valimaña, «es un homenaje al mundo del mar, en el que la arquitectura ofrece una imagen de barco varado en el río Barbate, junto al muelle, recurriendo a una tipología estructural de pórticos de hormigón armado heredada de sus primeras manifestaciones de vanguardia» (Pico Valimaña 1999).

La ciudad

Barbate, a 64 km de Cádiz, tiene actualmente mas de 20.000 habitantes. Se asienta al borde de los depósi-

tos aluviales de las marismas del río Barbate. A pesar de su origen todavía incierto, el emplazamiento privilegiado de la ciudad, situado junto a una ensenada natural y con un fácil acceso hacia el interior a través del río Barbate ha debido de ser una buena razón para que algunos de los primeros poblados tartésicos desarrollados en el siglo XVI a. C. a lo largo de la costa gaditana, recalase en este lugar.

Será a partir de los años 219–206 a. C., cuando tras la II guerra Púnica y en consonancia con el esfuerzo que el Estado Romano realiza por establecer rutas marítimas y fluviales que aseguren su comercio cuando comienza la actividad en el «río de Baelo», y cuando esta zona comienza su actividad pesquera, cuya explotación del atún y la caballa, llegará a ser de vital importancia para el desarrollo de Portus Baesippo (Barbate). La principal factoría de salazón se encontraba situada en la cercana ciudad de Tarifa. Desde entonces la vinculación de la ciudad de Barbate con el atún ha sido una constante aún en nuestros días. Ya desde entonces, las industrias para conservar el atún precisaban de instalaciones donde se pudiera escurrir la sangre, para posteriormente trocear y salar el producto. Esto implicaba una necesaria cercanía al mar, la posibilidad de contar con agua dulce para la limpieza del pescado, y la necesaria existencia de marismas donde poder obtener la sal para la conserva del atún.

Hacia 1285 se localiza la primera instalación portuaria de carácter natural en el interior del río Barbate.

En un grabado de 1567 de Anton Van den Wingaerden realizado sobre la almadraba de Zahara puede observarse el castillo que el Duque de Medina Sidonia manda construir al objeto de proteger la entrada al puerto natural y garantizar las exportaciones principalmente de conservas de pescado. Desde el siglo XVII hasta mediados del XIX se produce la progresiva pérdida de la actividad comercial. Es a partir de la creación de la almadraba de Barbate, cuando la actividad comercial resurge, apoyándose aún en la posibilidad que el río Barbate aportaba como refugio natural y como punto de salida para los productos. A finales del XIX, Barbate no sólo dependerá ya de una industria almadrabera, sino de una flota de pesca fresca que ha ido creciendo al amparo de la posibilidad de contar con un abrigo. Como consecuencia de este crecimiento, a comienzos del siglo XX comienza, apoyado por la nueva actividad portuaria comercial, la demanda para construir al abrigo del río Barbate una nueva instalación portuaria.

El lugar

A partir de 1921 se inicia un periodo de discusión donde las diferencias entre atribuciones de distintas administraciones encargadas de dar respuesta a la construcción de una nueva instalación portuaria y los intereses del sector pesquero, van a mantener posiciones enfrentadas. A la solución presentada en este año por el ingeniero Ramírez Dampierre, se le añaden en 1932 dos soluciones más propuestas por la Dirección Facultativa del Puerto de El Puerto de Santa María, del que por entonces depende el la zona portuaria de Barbate (fig. 4).

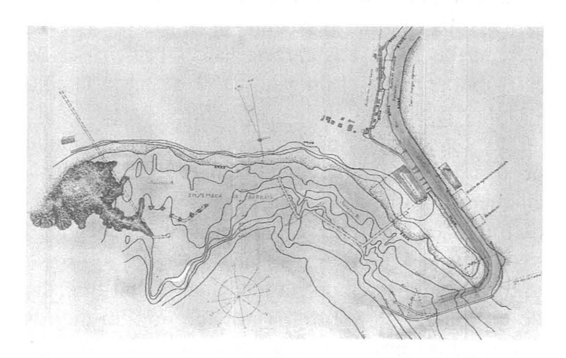


Figura 4
Proyecto de Puerto de Refugio para embarcaciones pesqueras en Barbate (Cádiz). Anejo. Plano General. 25 de agosto de 1932

En este momento se presentan por primera vez, a la vista de los datos de campo recogidos, tres opciones para la construcción de un puerto refugio. Las dos primeras identificadas en el plano de 2 de Mayo de 1932, como opción A y opción B, se refieren a la construcción de un puerto exterior. Por el contrario, la opción identificada en dicho plano como C, se refería a la opción de construir un muelle para atraque de embarcaciones dentro del río Barbate, denominado puerto interior. En un principio, el Ingeniero Director, afirma que la solución del puerto interior

plantearía problemas, tanto en el dragado de la canal de acceso a la ría por existir roca en su desembocadura a la cota –2,50 mts, como por la necesidad de construir un fuerte dique de protección de la entrada frente a los temporales del oeste. A pesar de esto, la posibilidad que esta solución aportaba era la posibilidad de simultanear las obras de defensa con las de construcción del muelle y dragado de la ría, mejorando la rapidez de la puesta en servicio de las muevas instalaciones dado el crecimiento que la actividad pesquera estaba teniendo en los últimos años. Igualmente en las documentaciones previas se constata la diferencia de coste entre los 5.103.126 pesetas del puerto exterior y los 3.372.871 pesetas del puerto interior. Por ambas razones, y a pesar de que en el propio documento de proyecto, el Director Facultativo del Grupo de Puertos sigue expresando su preferencia por la opción B, con fecha 28 de julio de 1932 se propone definitivamente la ejecución del puerto interior, aprobándose su ejecución por O. M. de 24 de diciembre de 1932. Las características principales de esta obra amplían el dragado de la ría hasta la cota –2,50, y prolongan el dique de abrigo hasta la cota –6,00. En la figura nº 4 aparece una planta donde pueden distinguirse las tres opciones planteadas inicialmente, grafiándose sobre la opción C las modificaciones que más tarde se recogerían en el documento definitivo.

El proyecto se completa mediante la construcción de un muelle de hormigón armado de 250 metros junto al Consorcio Almadrabero, proponiéndose así incrementar la superficie operativa de las nuevas instalaciones. El muelle por tanto y a pesar de que algunos autores refieren su autoría a CFS, no es obra del arquitecto sino de la autoridad portuaria, cuya demarcación correspondía entonces a la Comisión Administrativa del Puerto de Puerto de Santamaría. Su diseño, analizado más adelante, influirá notablemente en la complejidad de las soluciones adoptadas posteriormente en el edificio de la Lonja.

La actividad pesquera en estos momentos se polariza tanto en la factoría del Consorcio Nacional Almadrabero, dedicada a la fabricación de conservas y salazones, como en la exportación de pescado fresco. En 1937 ya existían 20 locales destinados a la exportación de pescado fresco. Debido a este empuje de la actividad pesquera, en 1940 se inicia sobre este muelle, la construcción de la Lonja de pescado, con una instalaciones completamente novedosas para la manipulación y conserva del pescado, lo que da idea de la importancia que este sector estaba teniendo en la economía local. En 1942, aún sin terminar las obras de la Lonja, y observando las dificultades que el acceso sobre un terreno arcilloso representaba se decide la pavimentación del muelle.

Años mas tarde, en 1949, con la adjudicación de las obras para la construcción de una nuevo puerto exterior culminan las expectativas de un sector pesquero que nunca estuvo convencido de la construcción de un puerto en el interior de la ría. Termina una fase de las instalaciones portuarias de Barbate, y con ella, el inicio del abandono, hasta nuestros días, del edificio de la Lonja.

La Lonja de Barbate: esquema funcional y constructivo

En primer lugar trataremos la pieza del muelle, como soporte de toda la edificación posterior. Como ya se ha descrito es una estructura de hormigón armado, de 250 × 10 metros de superficie, dispuesta sobre una retícula ortogonal de 5 × 5 metros. Está formada por pilotes de hormigón de sección cuadrada de 40 × 40 cm, sobre los que se apoyan soportes también de sección cuadrada de 45 × 45 cm, de 2,40 m de altura libre, atados en las dos direcciones por vigas riostras en la base y jácenas en la parte superior. Según la memoria del proyecto, «los pilotes se ejecutaran a pie de obra en moldes a propósito y se colocarán con martinetes cuando tengan de ejecutados como mínimo 15 días». Para el cálculo de cargas se supuso una carga uniformemente repartida de 1.000 Kg/m^2, mas un peso propio del forjado de 500 kg/m^2, lo que posibilitó sin problemas la implantación sobre esta estructura del edificio de la Lonja. En la fila externa de soportes dispuesta paralela al río, éstos se duplican; la separación entre ellos es, por tanto, de 2,50 m. Tanto las riostras como las jácenas son acarteladas en sus apoyos; las primeras con las cartelas hacia arriba y las segundas con las cartelas hacia abajo. Las riostras son de 30 × 60 cm (ancho × alto), con cartelas de 90 cm de altura libre máxima. Las jácenas son de 30 × 80 cm en la dirección perpendicular al río, con cartelas de 110 cm de altura libre máxima y de 30 × 60 cm en la dirección paralela al río, con cartelas de 60 cm de altura libre máxima. En esta dirección existen también jácenas intermedias con las

mismas dimensiones. De la altura señalada en las jácenas 20 cm están embebidos en el canto de la losa que conforma el tablero del muelle. El forjado que se sitúa sobre el entramado de jácenas se ejecuta mediante una losa maciza, de hormigón armado, de 20 cm de canto y sobre ella está dispuesto el pavimento que en unas zonas está formado por adoquines de granito y en otras por una solera de hormigón armado.

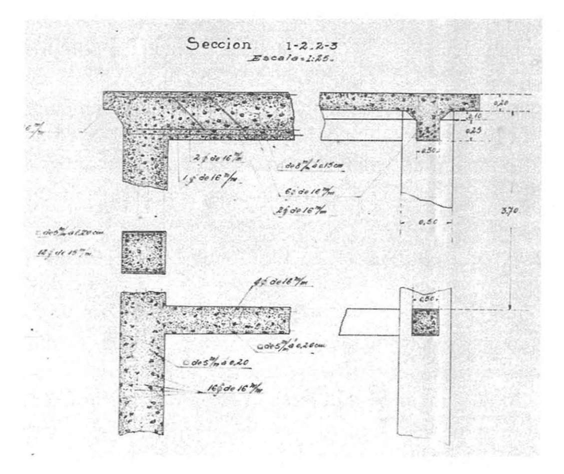


Figura 5
Detalle de una sección del muelle

El aporte de sólidos dentro de la ría a supuesto que estas vigas inferiores se encuentren actualmente semienterradas (fig. 6), lo que nos indica que ha existido un relleno mediante aporte de finos de 0,50 m en algo más de 60 años.

La edificación proyectada por CFS se implanta, en parte sobre la estructura pilotada del muelle, y en parte sobre el terreno natural. Esto influenciará buena parte de las soluciones adoptadas en proyecto. Entre otras, el independizar totalmente la marquesina del resto de la edificación. Acorde con sus planteamientos en trabajos anteriores, proyecta un edificio limpio que cumpla con la funcionalidad propia de la actividad que alberga en su interior. En general sorprende encontrarse una edificación con unos condicionantes técnico-sanitarios donde, a salvo de las lógicas diferencias producidas por la época por la



Figura 6
Estado del muelle bajo la Lonja hacia 1999. Fuente: Programa de Intervención en el Patrimonio Público de Interés Arquitectónico. Junta de Andalucía

situación socioeconómica que separa 1940 de nuestros días, donde los parámetros básicos de comercialización y de mantenimiento de las condiciones higiénico-sanitarias del pescado, adecuando el diseño de cada estancia a los flujos del pescado establecidos.

La Lonja de pescado ocupa una superficie en planta de 1.045 m^2 aproximadamente, de los que 515 m^2 se destinan a superficie abierta, cubierta mediante amplias marquesinas, y el resto pertenecen a las diversas dependencias. Su superficie construida total es aproximadamente de unos 1.174 m^2, de las que 530 m^2 se sitúan en planta baja, 605 m^2 en planta alta y 39 m^2 entre castillete y torreón.

La parte estructuralmente más característica del edificio, la marquesina (fig. 7), se realiza una estructura independiente al resto del edificio, mediante una estructura ya ensayada en la estación de Porto Pí en 1927. Realizada a base soportes de 30 × 27 cm. y vigas de cuelgue de 27 cm de ancho y canto variable de hormigón armado con voladizos de 2,60 mts, sobre los que descansan los forjados formados por losas de 15 cm. del mismo material. Si observamos la sección del edificio (fig. 8) podemos observar cómo ésta pieza parece incorporarse al resto del edificio como un añadido.

Parte del edificio se apoya sobre el muelle que hemos descrito anteriormente y parte directamente sobre el terreno mediante zapatas aisladas, lo que supone un problema de cimentación añadido. La parte

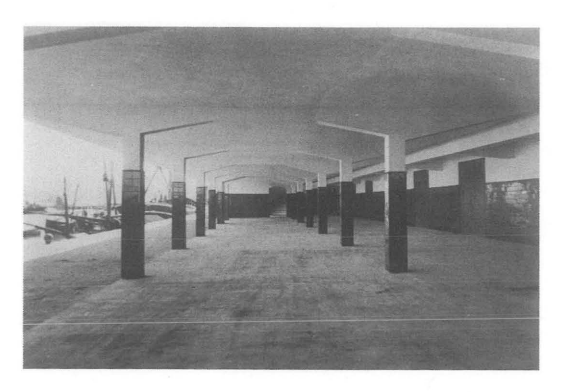


Figura 7
Estado de la Lonja hacia 1944. Fuente: Programa de Intervención en el Patrimonio Público de Interés Arquitectónico. Junta de Andalucía

prismática y más de la mitad del cilindro descansan sobre el terreno, mientras que el resto del cilindro y toda la marquesina se apoyan sobre el muelle de hormigón. La existencia de una junta estructural en el muelle, entre el sexto y séptimo vano de la marquesina obliga a CFS a plantear que los dos últimos vanos de la marquesina queden solidarios con el cuerpo semicilíndrico del edificio, independizando con ello seis de los ocho vanos de la marquesina del resto del edificio.

La zona del edificio de dos plantas resuelve su estructura horizontal mediante losas de hormigón de 10 cm de espesor. En la estructura de esta zona CFS vuelve a sorprender en la utilización de pórticos de hormigón de 30 cm de anchura y espesor variable. Así, mientras la planta baja la resuelve mediante un único vano de 7,25 m sustentado por pilares extremos de 58 × 30 cm, en la planta primera divide el vano mediante la incorporación de un pilar intermedio que se apea sobre una jácena de 30 cm de ancho por 75 cm de canto, atada perpendicularmente por una viga de 65 × 30 cm que recoge todos los arranques de los pilares centrales de planta primera, que en esta ocasión son de 58 × 30 cm. Respecto a la cimentación, el edificio de la Lonja utiliza zapatas aisladas de 1,80 × 1,80 m aproximadamente, con forma de campana y altura máxima de 80 cm, situadas a 1,50 m de profundidad con respecto al nivel del suelo de planta baja en la zona de apoyo sobre terreno firme. Los soportes se disponen formando parte de pórticos de carga (9) alineados con los de la marquesina en la zona de planta rectangular y de pórticos radiales (7) en la zona de planta semicilíndrica. Los pórticos de arriostramiento se disponen paralelos al río (3) en la zona rectangular y circulares (2) en la semicilíndrica. En el cuerpo rectangular los pórticos de carga son de un vano en planta baja y de dos en la alta; aparecen en planta alta pilares intermedios apoyados sobre vigas de canto.

Los soportes presentan las siguientes secciones: planta baja zona prismática, 30 × 58 cm; planta baja zona semicilíndrica, 35 × 27 cm; planta alta zona prismática, 48 × 30 cm; planta alta zona semicilíndrica, 37 × 25 cm; castillete, 35 × 25 cm. Las vigas de carga en la zona rectangular (dirección perpendicular al río) son en planta baja de 30 cm de ancho × 75 de alto (65 cm de descuelgue) y en la planta alta de 30 × 50 cm (40 cm de descuelgue). En la misma zona las vigas de arriostramiento (dirección paralela al río) son en planta baja de 27 × 55 cm (45 cm de descuelgue) y en planta alta de 25 × 43 cm (33 cm de descuelgue). En la planta techo del castillete las vigas son también de cuelgue con secciones de 20 × 50 cm. en los pórticos radiales y semicircular interior, y de 20 × 70 cm. en el semicircular exterior. La estructura horizontal está formada por losas de 10 cm de canto en los techos de planta baja y alta y de 15 cm en el techo del castillete, mientras que el suelo de la planta baja está constituido por una solera apoyada sobre el terreno. En los seis vanos centrales de la zona semicilíndrica la losa que forma el techo de planta alta es doble; existe una losa inferior de 15 cm de canto y una superior de 10 cm de canto, con un espacio libre entre las dos de 60 cm que se utilizaba como depósito de agua. Los cerramientos son de bloque de hormigón y fábrica de ladrillo macizo. Los revestimientos están realizados a base de morteros de cemento y arena. Una vez descrito estructuralmente el edificio, analizaremos cada uno de los componentes funcionales que CFS interrelaciona para la configuración de la Lonja:

La marquesina exterior

Al descargar los productos pesqueros debe evitarse la contaminación de la pesca. La descarga debe realizarse de forma que el pescado pase rápidamente desde el barco hasta un lugar protegido.

El pescado debe ser desembarcado, por tanto, cerca del edificio de destino y en un sitio a cubierto de las inclemencias meteorológicas, al objeto de que en ese lugar se permita el desarrollo de las labores propias de la clasificación y subasta de las capturas realizadas. Dicho lugar debe poseer una mínimas condiciones higiénicas que posibilite realizar las labores descritas, teniendo en cuenta mantener las condiciones higiénicas del pescado. Esas condiciones mínimas higiénicas pasan hoy día por un pavimento higiénico y por mantener las paredes con un revestimiento fácilmente limpiable. La marquesina protege el pescado desembarcado de las inclemencias atmosféricas desde las embarcaciones para su subasta (figs. 7 y 9). CFS genera una gran sala abierta al frente del muelle. Al objeto de liberar el muelle para la carga y descarga plantea una solución estructural semejante a la ensayada en la estación de suministro de combustible Porto Pí de Madrid. donde mediante la utilización de pilares acartelados y grandes voladizos, cubre una amplia longitud, sin necesidad de disponer pilares al borde del muelle.

Según las imágenes aportadas y recogen la situación del edificio hacia 1944, las paredes aparecían recubiertas hasta una altura aproximada de 2 metros de piezas cerámicas que sin duda posibilitaban el baldeo y la necesaria limpieza diaria de la explanada de subasta. En la figura 7 se observa al fondo, el arranque de la escalera que accede a las oficinas situadas en la planta primera. A la derecha las diferencias estancias destinadas a exportadores se abren a la marquesina o sala de subasta mediante grandes puertas que permitan el acceso de carros. A la izquierda se observa como el pavimento de hormigón utilizado bajo la marquesina se interrumpe a la altura de la línea de pilares

Antes de terminarse la Lonja, la autoridad portuaria realizará un nuevo proyecto para la pavimenta-



Figura 9
Imagen de la marquesina y muelle

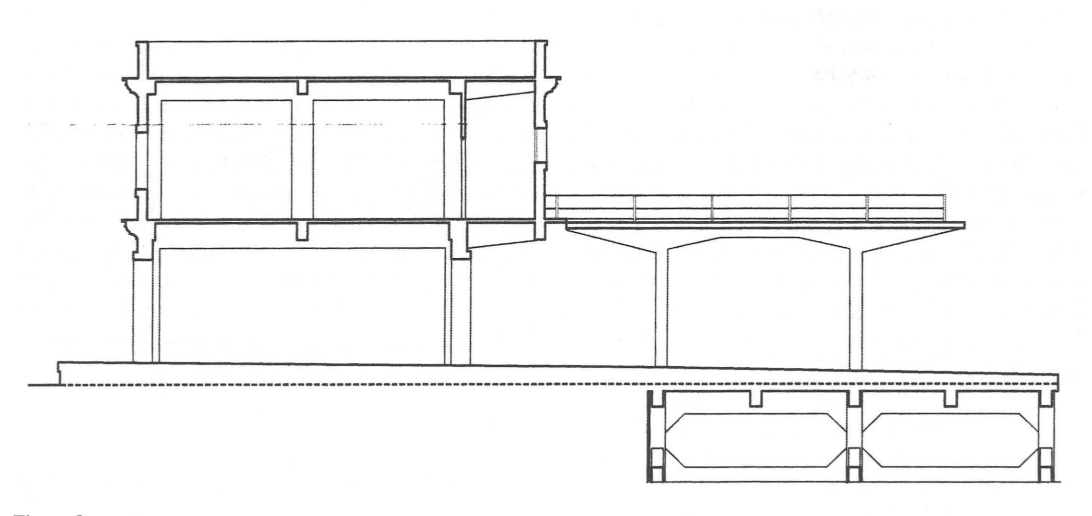


Figura 8
Sección de la Lonja. Fuente: Programa de Intervención en el Patrimonio Público de Interés Arquitectónico. Junta de Andalucía

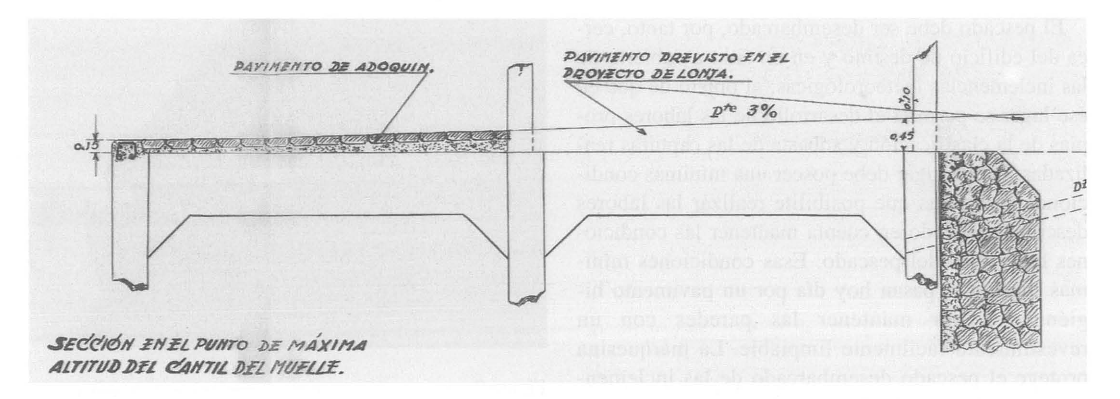


Figura 10
Proyecto de pavimentación del muelle de hormigón armado y su zona de servicio en el puerto pesquero de Barbate (Cádiz). Hoja nº 2. Planta y sección tipo. 1942. Fuente: Archivo histórico del puerto de Barbate. EPPA. Junta de Andalucía

ción de esta zona. Así aparece en el proyecto de pavimentación del muelle de 15 de noviembre de 1942 donde se refiere a la nueva Lonja que «se encuentra en construcción y próxima a terminarse». En dicho proyecto (fig. 10) se propone la pavimentación de la zona de muelle de desembarco de pescado, especialmente el situado frente a la Lonja. Según la memoria del proyecto, sólo el suelo bajo la marquesina se encontraba con un pavimento continuo de hormigón, mientras que el muelle se encontraba sin pavimentar, existiendo únicamente como firme una capa de arcilla sobre un relleno de arena, lo que producía con gran frecuencia el atasco de los carros y camiones que acudían a la descarga del pescado. En ocasiones había que desocupar el camión o carro para poderlo desatascar con el consiguiente riesgo de contaminación del pescado.

Para darle una solución se elige una pavimentación a base de adoquín de granito, con firme de hormigón. Este granito, procedente de las canteras de Gerena era transportado hasta el embarcadero de San Juan de Aznalfarache, y transportado vía marítima hasta Barbate. Este pavimento es el que aún se conserva en el actual muelle. La carencia de mano de obra para este tipo de construcciones debido a la preferencia de los habitantes de Barbate por las tareas del mar queda reflejado en la propia justificación de los precios del proyecto. Así se afirma que el 90% de la mano de obra destinada a la construcción viene del pueblo de Vejer, situado a 10 km de Barbate y «por tanto han de recorrerse en ida y vuelta 20 km, lo que da lugar por consiguiente a un agotamiento físico que lógicamente se traduce en menos rendimiento del trabajo». En estos momentos ya era costumbre habitual ir a un porcentaje de las ganancias del barco. La hora de oficial albañil se estimaba en ese momento en 3,5 pts.

Cuartos para exportadores

Para analizar la funcionalidad del resto de las dependencias del edificio, se muestran las plantas primera y segunda (fig. 11) donde se han tramado cada una de las áreas homogéneas de funcionamiento, al objeto de poder observar la facilidad con que CFS combina los requerimientos funcionales y formales en el edificio. Tras la marquesina, en planta baja, se distribuyen una serie de estancias destinadas a la manipulación del pescado, donde éste se evisceraba y quedaba preparado para su transporte terrestre. En la fachada contraria a la ría se disponen los muelles para facilitar la carga del producto sobre los camiones. Para este fin se configuran dos tipos de estancias diferenciadas. Las que corresponden al cuerpo prismático, donde se sitúan una serie de cuartos para exportadores individuales, destinadas a comerciantes del sector cuyo volumen de trabajo compensaba el coste de disponer de una estancia individualizada dentro del edificio. Por otra parte, en el sector semi-

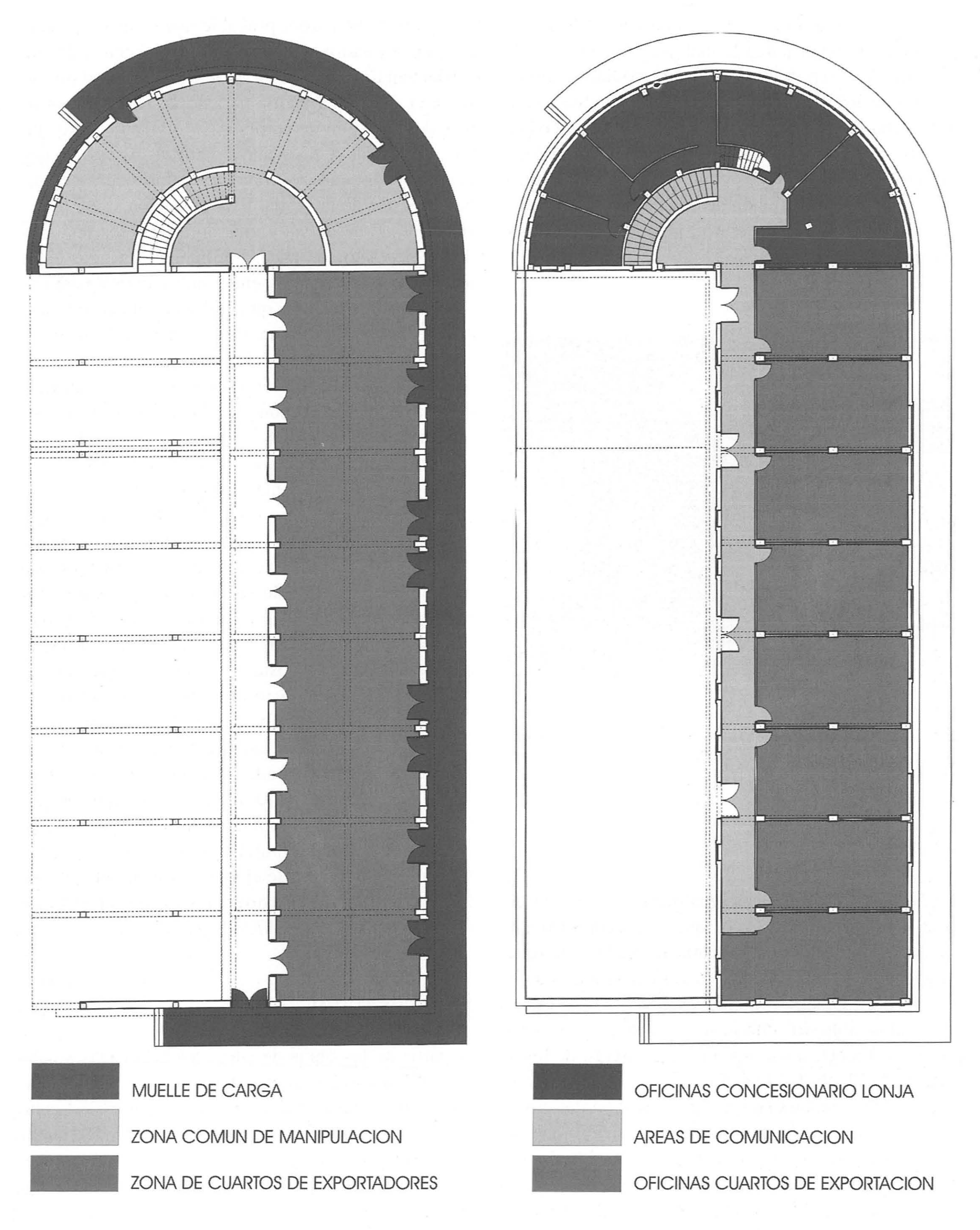


Figura 11
Plantas del edificio. Fuente: Elaboración propia

circular, se sitúa un espacio común destinado a proporcionar un lugar parea la manipulación del pesado de pequeños exportadores, que no podían disponer de uno de los locales individuales. Este espacio común se ha ido manteniendo a lo largo del tiempo con ligeras variaciones tal y como se observa en la fotografía tomada del estado actual (fig. 12), donde quedan reflejadas unas al lado de otras, una serie de piletas donde se debía eviscerar el pescado previamente a su salado y transporte.

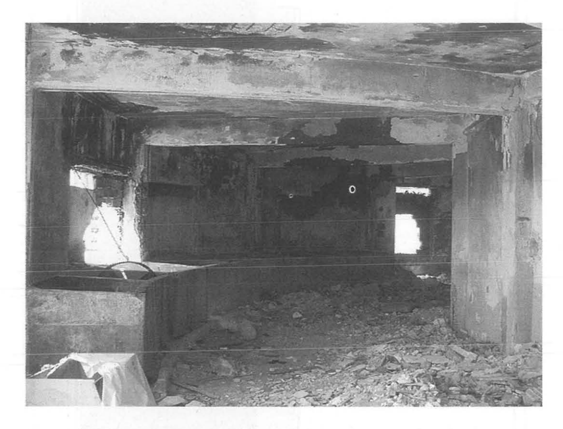


Figura 12
Estado interior de la lonja. Julio de 2004. Fuente: Elaboración propia

Oficinas

En la planta alta se ubican igualmente dos cuerpos de oficinas diferenciados, a los que se accede mediante una escalera que parte directamente desde la marquesina destinada a la subasta. Las oficinas ubicadas en el cuerpo prismático mantienen las dimensiones de los cuartos ubicados inferiormente, y seguramente estarían destinados a los mismos propietarios, de forma que en la planta baja se dispusiesen de los enseres propios de la manipulación y evisceración del pescado y en la planta alta se ubicasen las oficinas que daban soporte administrativo a la actividad. En el cuerpo prismático se sitúan otras oficinas, cuyo funcionamiento difiere del enunciado anteriormente. Este nuevo cuerpo de oficinas están interrelacionadas interiormente, generándose el paso de unas a través de las otras. No parece probable que su uso estuviese destinado a varios operadores independientes, debido fundamentalmente a las servidumbres de paso que se generan. Mas bien podría pertenecer al los responsables de la gestión de edificio. No olvidemos que aún hoy, las Lonjas se financian a partir de los porcentajes que tanto compradores como vendedores deben entregar al gestor de la Lonja. Esta ubicación viene reforzada porque desde aquí tendrían acceso los registros de los depósitos de agua. Sutilmente ubicados entre los forjados del cuerpo semicilíndrico consiguen pasar desapercibidos para quien observa el edificio desde el exterior, resultarían necesarios para baldear las zonas de subasta y manipulación de pescado.

En relación al resto de terminaciones del edificio, tan sólo podemos disponer de las referencia que sobre su estado se hacían varios años más tarde, en 1961. En junio de este año, se redacta un proyecto al objeto de atender algunas reparaciones de la Lonja (fig. 13). Dentro de las obras en ese momento proyectadas, se incluye el arreglo de la pavimentación del muelle de carga, corrección de revestimientos. En ese momento se decide sustituir el enfoscado liso existente en planta baja por un enfoscado a la tirolesa. Sustitución de piezas cerámicas de la sala de subastas dañadas. No obstante, el cambio que seguramente supuso una transformación mas importante en la imagen del edificio fue la sustitución de todas las carpinterías de madera que estaban colocadas en las celosías de planta segunda y planta ático y que aportaban una imagen ligera al edificio imaginado por CFS como un barco varado en la orilla, por una estructura de hormigón prefabricado. Sobre esta estructura se fija directamente el vidrio, y es la imagen que ha perdurado hasta nuestros días. El presupuesto total previsto es de 228.817,81 pesetas.

Situación actual

A partir de las obras de adecuación llevadas a cabo en 1961 no se han realizado actuaciones de importancia en el edificio de la Lonja. A partir de finales de 1964, con la puesta en funcionamiento del muelle en el nuevo puerto exterior o de la Albufera, comienza a trasladarse la actividad pesquera a las nuevas instalaciones.

La situación actual (figs. 1 y 14) de la edificación es de un gran abandono, pudiéndose definir su estado

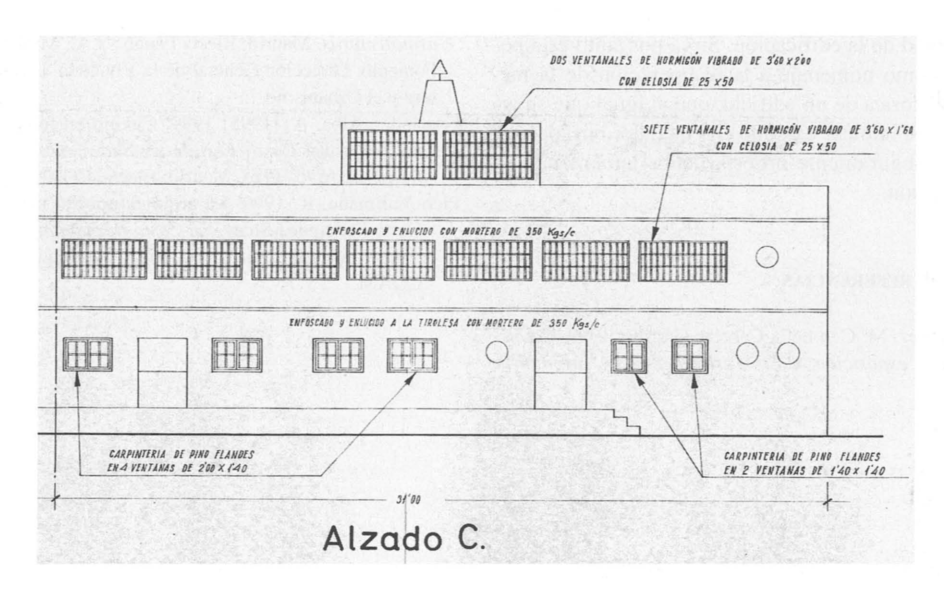


Figura 13
Proyecto de liquidación de las obras del proyecto de reparación de la Lonja de pescado en el Puerto de Barbate de Franco. Junio 1961. Fuente: Archivo histórico del puerto de Barbate. EPPA. Junta de Andalucía

como de ruina. De los análisis realizados a la estructura se obtienen algunas causas que podrían justificar, aparte del abandono sufrido, el avanzado grado de deterioro que la estructura del edificio posee. En este sentido conocemos que la resistencia de los hormigones no es homogénea en todos los elementos del edificio, resultando fácilmente disgregables y de granulometrías discontinuas. Por la fecha de construcción del edificio podemos suponer que el cemento utilizado es del tipo Portland sin adiciones, y que las cantidades de cemento por m^3 de hormigón serían reducidas. En este sentido encontramos que la estructura del muelle, prácticamente coetánea del edificio de la Lonja, se ha conservado frente a los mismos agentes en mejores condiciones que el edificio. Los pilares presentan resistencias no superiores a los 100 kp/cm^2, mientras que las losas de los forjados presentan por el contrario resistencias del orden de 160 kp/cm^2. En su conjunto el hormigón presenta una alta porosidad, Ph bajo en las capas de recubrimiento de las armaduras y una fuerte presencia de cloruros. La armadura utilizada es acero liso, encontrándose muy oxidada, con perdida de sección que en ocasiones es total. Los cerramientos están por lo general fisurados con desprendimiento de revestimientos. Las cornisas de hormigón armado, único elemento que por sí distorsiona la rotundidad establecida por CFS en las formas del edificio, se encuentran fisuradas y en parte desprendidas.

La situación de deterioro es tal que a pesar de encontrarnos frente a una edificación singular y sin duda irreemplazable, en un informe del Instituto Eduardo Torroja de 1999, ya se establecía la irrecu-



Figura 14
Estado interior de la lonja. Julio de 2004. Fuente: Elaboración propia

perabilidad de la edificación. Sirva por tanto esta ponencia como homenaje a la recuperación de la memoria histórica de un edificio, que al igual que su arquitecto, si hubiese existido en cualquier otro país de Europa, seguramente no estaríamos lamentando su desaparición.

Lista de referencias

García Pérez, Mº C. y Félix Cabrero Garrido. 1999. *Catalogo de la exposición: Casto Fernández-Shaw, inventor de arquitecturas*. Madrid: Electa España S.A., Ministerio de Fomento. Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo.

Fernández Alba, A. [1991] 1999. Circulo en fuga. Velada memoria. En *Casto Fernández-Shaw. Arquitecto sin fronteras 1896–1978*. Madrid: Electa, COAM.

Pico Valimaña, R. 1999. La arquitectura del mercado en Casto Fernández-Shaw. En *Casto Fernández-Shaw. Arquitecto sin fronteras 1896–1978*. 1999 Madrid: Electa, COAM.

La presa romana de Muel en el Río Huerva (Zaragoza)

M. Arenillas Parra
J. C. Castillo Barranco
J. I. Hereza Domínguez
M. C. Pintor Ruano
C. Díaz-Guerra Jaén
R. Cortés Gimeno

La presa de Muel es una obra de gran envergadura, erigida sin duda en el periodo romano y, probablemente, en época temprana (Castillo y Arenillas 2000; Arenillas 2002a). Constituye uno de los más espectaculares ejemplos de obra hidráulica de ese período en nuestra Península y entra con pleno derecho dentro del grupo de las presas de mayor envergadura del antiguo mundo romano. Cierra un cañón excavado por el río Huerva en las calizas de la margen derecha del valle del Ebro. En la actualidad el río, una vez aterrado el embalse original, ha labrado un cauce más allá del estribo izquierdo, sobre las propias calizas, para volver a su primitivo lecho unos 130 m aguas abajo de la cerrada. En el tramo libre del cauce el Ayuntamiento de Muel ha creado un parque municipal, en el que se sitúa un estanque adosado al paramento de la presa, donde se retienen los apreciables caudales de agua que se infiltran a través del cuerpo de ésta.

Uno de los aspectos más característicos de esta obra es que en la actualidad sirve de cimiento a una iglesia con el evocador nombre de Nª Sra. de las Fuentes, construida en 1770 sobre el propio cuerpo de la presa y en cuyo interior se conservan frescos de los primeros años como pintor de Francisco de Goya (fig. 1).

Características de la presa

La presa de Muel es una estructura de gravedad, de características, por tanto, similares a las de otras grandes presas construidas por los romanos en la margen derecha del Ebro, en particular las de la cuenca del río Aguasvivas: Almonacid de la Cuba (Arenillas, Díaz-Guerra y Cortés 1996) y Ermita del Pilar en Monforte de Moyuela (Arenillas 2003; Arenillas, *et al.* 2004). Recientemente se han realizado una serie de mediciones «in situ» que han permitido conocer las dimensiones generales de la presa, hasta la fecha meramente estimativas. De ellas se deduce que la estructura tiene una altura máxima de 12,15

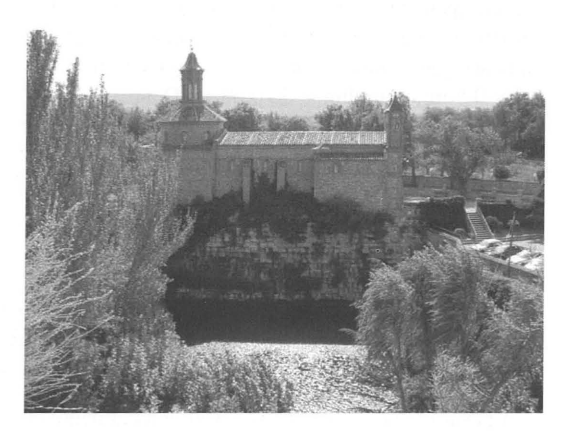


Figura 1
Paramento de aguas abajo de la presa romana de Muel, sobre la que se levanta la iglesia de Nuestra Señora de las Fuentes (siglo XVIII)

m, (contados desde el fondo del estanque antes citado) y una longitud total en coronación de 64,70 m.

Por el momento el espesor no se ha podido establecer con detalle —ni siquiera en coronación—, como consecuencia de diversas obras y actuaciones que afectan notablemente la estructura y han cubierto eventuales vestigios de fábricas subyacentes. No obstante esta dimensión debería superar los 7 m de anchura, necesarios como mínimo para asegurar su estabilidad, pues su altura hasta cimientos es fácil que se aproxime a los 14 m (una presa de gravedad y sección rectangular —con las fábricas que construían los romanos— resultaría estable con un espesor de valor mayor que la mitad de la altura, aproximadamente). Es posible incluso que este espesor se acerque a los 10 m, tal y como parece indicar la dimensión en ese sentido de la iglesia de Las Fuentes, que bien podría haberse construido aprovechando todo el espesor de la presa en coronación. Y lo que también cabe es que esa dimensión sea incluso mayor en la base de la presa, en el supuesto de que el paramento de aguas arriba (cubierto por las obras y el aterramiento del embalse) no fuese vertical, sino algo inclinado (todas estas cuestiones se dilucidarán cuando se concluyan los trabajos de estudio y prospección que se están llevando a cabo).

El paramento de aguas abajo de la presa está formado por una fábrica de sillería («opus quadratum») de gran prestancia, compuesta por piezas de piedra caliza blanca, extraídas, según parece, de los estratos más competentes que afloran en las laderas del cañón del Huerva. Las dimensiones de las piezas son relativamente constantes y, como media, miden en planta 2,0 × 0,5 m^2, con alturas de 0,60 m. Dentro del conjunto del muro, se distinguen hiladas completas dispuestas a tizón, sobre todo en la mitad inferior de la obra, y otras —especialmente en el tercio superior— donde abundan las piezas a soga, pero sin que desaparezcan por completo los tizones. En realidad, la parte inferior de la presa, más afectada por la erosión (o simplemente por haber sido más accesible), parece haber perdido en muchos casos una posible hilada exterior que estaría dispuesta en este caso a soga, y que serviría como remate externo de la obra (fig. 2).

A pesar del deterioro que se observa localmente en la presa, es evidente que la estructura en su conjunto se ha mantenido en pie durante unos dos mil años, lo que pone de manifiesto la robustez del muro y el carácter resistente —y no sólo ornamental— de la fábrica de sillería. Aunque no se conoce la estructura interna del muro, parece lógico que la fábrica de sillería enlace con un núcleo interno impermeable (el clásico calicanto u «opus caementicium» tan utilizado por los romanos en obras de este tipo), que estaría a su vez protegido hacia aguas arriba por otro muro equivalente, aunque quizá de menor calidad (Arenillas 2002b). Todo esto se conocerá, casi con seguridad, cuando se concluyan las prospecciones previstas.

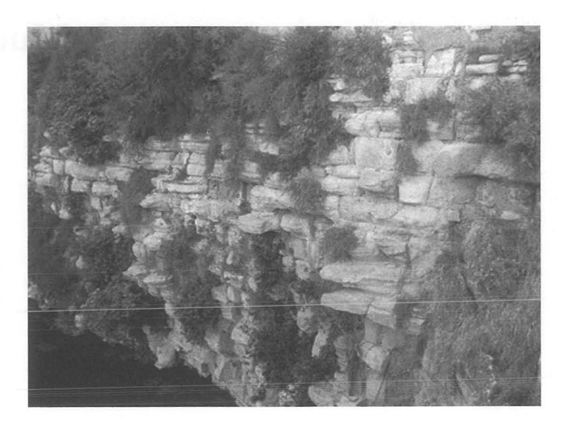


Figura 2
Zona del estribo izquierdo de la presa de Muel, con la parte inferior erosionada, compuesta en su práctica totalidad por piezas dispuestas a tizón, mientras que en las hiladas superiores aún se conservan numerosos sillares a soga

En el caso del paramento visto, las piezas a tizón, que servían de cosido, se han dispuesto en obra con una separación regular entre piezas de unos 15 cm, lo que permite colocar entre ellas un hormigón similar al del núcleo interno, de tal manera que se consiga una mayor compacidad del conjunto. Advertimos, sin embargo, que no es normal este aparejo en obras similares y resultaría más razonable que estos tizones (y en general, todo el paramento) estuviesen revestidos por grandes piezas a soga, disposición que, probablemente, fue la adoptada en origen por los romanos (fig. 3).

La homogeneidad de la fábrica de este paramento se altera, en una zona cercana a la margen derecha, por la presencia de un elemento que puede identificarse, en primera instancia, como un contrafuerte. Está construido con otro tipo de fábrica —una mampostería concertada irregular— de piezas mucho menores que el resto del muro, unidas mediante una ar-



Figura 3
Detalle del paramento de aguas abajo de la presa de Muel, donde se observa la separación entre las piezas dispuestas a tizón

gamasa arenosa de escasa calidad. Este elemento no se justifica desde un punto de vista estructural y parece más bien una reparación relativamente moderna, quizá para corregir alguna fuga de agua (o grieta aparecida en el paramento), dado que, al construirlo, su geometría se adaptó a las irregularidades del paramento de sillería, lo que parece indicar, efectivamente, que se levantó cuando la fábrica principal estaba ya notablemente erosionada (fig. 4).

Las filtraciones a través del cuerpo de la presa originan, como ya se ha dicho, un caudal de agua relativamente importante, que es recogido en un estanque moderno, adosado a la parte anterior de la presa, y por una fuente situada en el centro del parque municipal antes citado. Es muy posible que el antiguo desagüe de fondo —o toma—, que sin duda debía tener la presa, y que sería el origen de la primitiva conducción romana, sirva en la actualidad de dren del subálveo del Huerva desde el paramento de aguas arriba. Este conducto debía de situarse cerca del estribo izquierdo, ya que la tendencia natural del río en este tramo es la de encajarse hacia esa margen, seguramente porque en ella se encontraría el punto de mayor profundidad del cauce. De hecho, en ese lado y hacia aguas abajo, asoma una galería excavada en la roca del estribo que, en la actualidad, se encuentra prácticamente cubierta por las aguas del estanque; sobre ella se ha situado una imagen de la Virgen de las Fuentes, lo que, muy probablemente, corrobora la antigüedad de esta surgencia, que ha sido sacralizada con el tiempo, tal y como ha ocurrido en tantas fuentes y manantiales (fig. 5).

El uso del agua del embalse

La presa de Muel, por su altura, se sitúa entre las diez mayores presas de época romana conservadas en

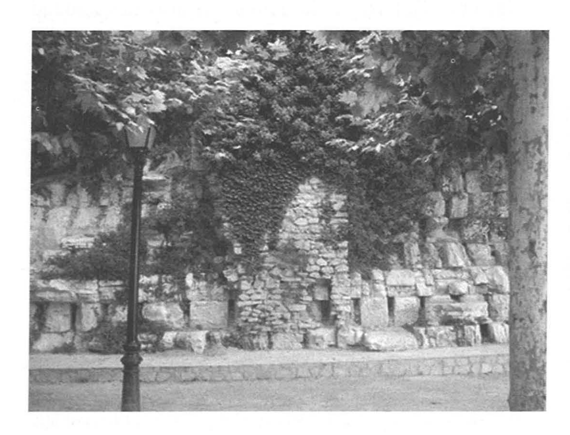


Figura 4
Presa de Muel: detalle de la zona del «contrafuerte» de refuerzo del paramento de la presa

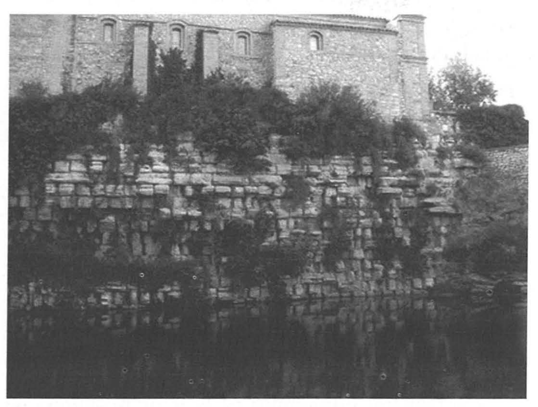


Figura 5
Estribo izquierdo de la presa de Muel, desde aguas abajo. A la derecha puede observase la salida de la galería

el mundo hasta la actualidad. Estas grandes presas se construyeron en su mayoría (o así parece, por la información disponible) para abastecer de agua algún núcleo urbano, aunque en ciertos casos se pudieran establecer, además, otros usos como el regadío o la energía (molinos). Entre las mayores presas romanas conservadas en el territorio español esta circunstancia se ha citado, con seguridad, en Proserpina y Cornalvo (Martín et al 1998) —abastecimiento a Augusta Emérita—, así como en Alcantarilla —abastecimiento a Toletum (Arenillas et al 1999)—, y también se ha apuntado para Almonacid de la Cuba (Arenillas, Díaz-Guerra, Cortés 1996) —posible abastecimiento a Celsa y regadío en las inmediaciones del actual Belchite.

Para la presa de Muel se ha propuesto, casi con generalidad, el abastecimiento a Caesaraugusta, que parece, sin duda, el destino más lógico para las aguas de su embalse. La vega del Huerva —como eventual zona regable— resulta demasiado escueta para una obra de la envergadura de Muel y además se podría haber atendido con otras obras menores, al igual que el suministro a eventuales molinos, situados aguas abajo de la presa.

La antigua Caesaraugusta, fundada junto a la íbera (o celtíbera, según los autores) Salduie entre los años 24 a 14 a.C., contó, con toda seguridad, con unos sistemas de abastecimiento y saneamiento avanzados, al igual que la mayor parte de las ciudades romanas de nueva fundación y cierta importancia. Se han citado tres orígenes de estos abastecimientos. En primer lugar el Huerva, desde el embalse de Muel, que es el más razonable por la posición del río respecto de la ciudad. Por otro lado, el Jalón, a partir de un azud de derivación cerca de su desembocadura en el Ebro y de una conducción más o menos coincidente con el trazado de la acequia de Centén o incluso con el de La Almozara, a mayor cota (Abadía 1995). Y, por último, el Gállego, desde otro azud, situado aguas arriba de Villanueva, y a través de una conducción (conservada posiblemente en algunos tramos de la acequia de Rabal), que cruzaría el Ebro sobre un puente sifón («venter»), arruinado por alguna crecida y sustituido por el actual Puente de Piedra.

En el manuscrito de Juan Antonio Fernández, Archivero General y miembro de la Real Academia de la Historia (VV.AA. 1994), donde se describen y estudian unos tubos de plomo que, sobre el «venter» antes mencionado cruzaban el Ebro en la conducción del Gállego, se citan numerosos tramos de acueducto localizados en el subsuelo de Zaragoza. Este insigne tudelano, refiriéndose al padre Marton, enumera hasta un total de seis conducciones y previene que eran «de guija y cal fuerte (especie de hormigón), y tan capaces que se puede transitar por ellos desahogadamente, conforme en una calle angosta, que es cabalmente el tamaño de los acueductos romanos». Con toda seguridad uno de estos acueductos coincidiría con el tramo final de la conducción romana de Muel a Caesaraugusta.

Para este sistema hidráulico (y con los criterios normalmente aplicados por los romanos), resulta muy razonable la selección de los estrechos de Muel para situar una presa, cuyo objetivo era formar el embalse de cabecea —«caput acquae»— de la correspondiente conducción de abastecimiento. De este modo se aseguraban aguas limpias, lejos de las zonas de ocupación humana más intensa (la parte central del valle del Ebro), con una conducción que, aunque larga (unos 30 km), entraba dentro de lo que cabría considerar normal en aquella época. (Compárese con las enormes longitudes de algunos de los acueductos de Roma y de otras muchas ciudades del imperio. En Hispania la conducción de Alcantarilla a Toletum tenía 40 km de desarrollo y en Mérida la suma de las longitudes de los tres sistemas de abastecimiento —Proserpina, Cornalvo y Las Tomas— superaba, incluso, esta cifra).

No obstante, para las aguas del embalse de Muel se ha apuntado otro posible destino (Abadía 1995): «Contrebia Belaisca», la actual «Botorrita», ciudad importante de los celtíberos, ocupada en época romana, que se sitúa a unos 7 km de Muel. Nuestra opinión es que este núcleo urbano no justifica una obra de tanta envergadura. Pero, además, la cota de la toma en la presa resultaría excesivamente baja para que el agua alcanzase, a través de una conducción, la totalidad de la ciudad celtibera. Por otro lado, esta toma está en margen izquierda del Huerva, mientras que «Contrebia» se sitúa a la derecha, lo que complicaría aún más el acceso, al requerirse un puente (o «venter») para cruzar el río.

Sin embargo, en los estrechos de Muel quedan restos muy claros de una importante conducción de origen y destino desconocidos hasta el momento. Se trata de un canal excavado en la roca, en margen derecha del cañón del Huerva, a unos 10 m de altura sobre coronación de la presa. Este canal se mantiene

en bastante buen estado de conservación en las inmediaciones del antiguo embalse, donde discurre en parte a cielo abierto —aunque podría estar cubierto en su día— y en parte en túnel, con tramos visitables, que cuentan incluso con respiraderos. La caja del canal está revestida con estuco hidráulico («opus tectorium») hasta aproximadamente 0,50 m sobre la solera. Este último detalle, las dimensiones y pendiente de la obra y su semejanza con otras similares, como el canal del Guadalaviar, en Teruel, entre Albarracín y Cella, permiten apuntar, con bastante seguridad, el origen romano de la obra. Teniendo, además, en cuenta que el canal circula por la margen derecha del Huerva, no parece aventurado asignarlo, en principio, al sistema de abastecimiento de «Contrebia». De hecho, al circular unos 20 m por encima de la toma situada en la presa, tiene cota suficiente para cubrir con holgura toda la zona ocupada por dicha ciudad (fig. 6).

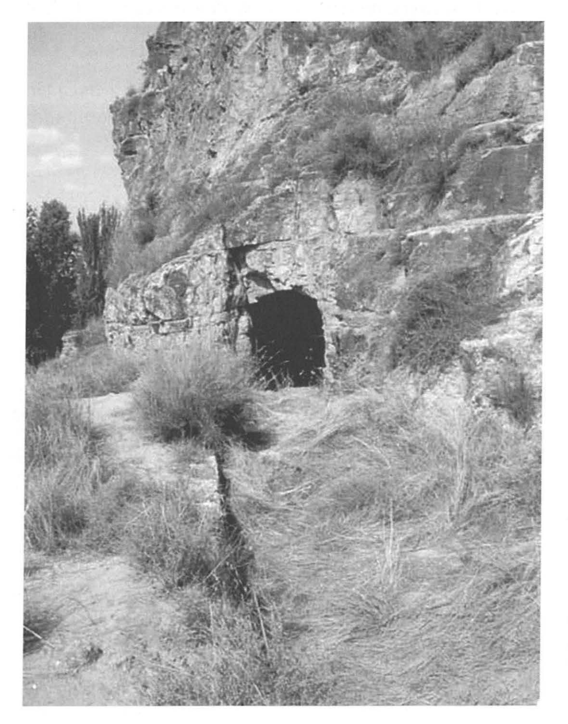


Figura 6
Detalle de la entrada en túnel del canal que discurre por la margen derecha del cañón del Huerva. En este punto se sitúa a unos 10 m sobre la coronación de la presa de Muel

En cualquier caso, el embalse de Muel debió de aterrarse completamente en época romana. A la vista de lo ocurrido en Almonacid de la Cuba (Hereza *et al.* 1996), es casi seguro que este atarquinamiento se produjese en no más de cien años. Hay que tener en cuenta, al respecto, que los ríos de margen derecha del Ebro tienen en general pendientes fuertes y, por tanto, una capacidad de arrastre importante.

Una vez aterrado el embalse, el Huerva abrió un nuevo cauce, desplazándose hacia la izquierda hasta el barranco de Torrubia, por el que circula todavía con mucha pendiente (hasta recuperar su antiguo curso en el fondo del estrecho), a través de un collado que se sitúa a la izquierda de la presa y casi a cota de coronación. En este último tramo, y a la derecha del Huerva en su posición actual, se emplaza un antiguo molino —hoy abandonado— que se alimentaba a través de una acequia que tiene su origen en un azud sobre el propio río ya desviado de su posición original. Se trata, por tanto, de una obra bastante antigua (por la tipología de las construcciones que se conservan), pero claramente posterior a la obra que nos ocupa.

UNA POSIBLE FECHA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA

Junto a la presa hay una placa reciente que fija su fecha de construcción en el siglo III. No conocemos el origen de esta datación, pero dudamos que la obra sea tan tardía, pues parece claro que, por proximidad a Caesaraugusta, los dos primeros acueductos de abastecimiento a esta ciudad debieron de ser los del Jalón y el Huerva. Y aunque este último sería de mayor longitud, tiene la ventaja de asegurar en Muel —gracias a la presa— la disponibilidad de agua regulada, circunstancia que no se producía en el bajo Jalón, simplemente por las condiciones topográficas del entorno. Por ello habría que situar el sistema de Muel (y quizá también el del Jalón) en fechas no muy lejanas a la de la fundación de la ciudad. Además, la fábrica que se conserva en el paramento de aguas abajo de la presa de Muel recuerda, por las dimensiones de los sillares, a las obras del primer periodo imperial e incluso a los muros construidos en Roma en el último periodo republicano (Adam 1996), en los que eran muy frecuentes sillares a tizón que cosían la fábrica exterior del muro al núcleo de *opus caementicium* interior, que es, precisamente lo que se observa en Muel.

Por todo ello nos inclinamos por una fecha para la construcción de la presa que habría que situar como máximo en el siglo I de nuestra Era y probablemente en su primera mitad. Pues, en todo caso, la estructura de la presa —muy simple y muy sólida al mismo tiempo— y su fábrica —con sillares de grandes dimensiones— podría muy bien corresponder a una de las primeras construcciones de este tipo en Hispania.

LISTA DE REFERENCIAS

Abadía, J. C. 1995. Algunos comentarios sobre el abastecimiento de agua a Caesaraugusta. En *Cuadernos de Aragón*. 23. Zaragoza: Institución Fernando el Católico.

Adam, J. P. 1996. *La construcción romana, materia y técnicas*. León.

Arenillas, L.; M. Arenillas; C. Díaz-Guerra y J. Mª. Macías. 1999. El abastecimiento de agua a Toledo en época romana. En *Historia del abastecimiento y usos del agua en la ciudad de Toledo*, 35–84. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.

Arenillas, M. 2002a. Hidrología e hidráulica en el solar hispano. Las presas en España. En *I Congreso de Historia de las Presas*. Mérida.

Arenillas, M. 2002b. Obras hidráulicas romanas en Hispania. En *I Congreso de las Obras Públicas Romanas en Hispania*. 107–136. Mérida.

Arenillas, M. 2003. Presas romanas en España. *Ingeniería y Territorio*, 62. Barcelona.

Arenillas, M.; C. Dïaz-Guerra y R. Cortés. 1996. La presa romana de Almonacid de la Cuba. En VV.AA. *La presa de Almonacid de la Cuba. Del mundo romano a la ilustración en la cuenca del río Aguasvivas*, 19–104. Madrid: Ediciones Doce Calles.

Arenillas, M.; J. I. Hereza; C. Díaz-Guerra y R. Cortés. 2004. La presa de la Ermita del Pilar. En *Revista de Obras Públicas*. Madrid.

Castillo, J. C. y M. Arenillas. 2000. Las presas romanas en España. Propuesta de inventario. En *Actas I Congreso Nacional de Historia de las Presas*. Mérida.

Hereza, J. I.; M. Arenillas; C. Díaz-Guerra y R. Cortés. 1996. Un ejemplo histórico: el aterramiento del embalse romano de Almonacid de la Cuba. En *V Jornadas Españolas de Presas*. Valencia: Comité Nacional de Grandes Presas.

Martín, J.; M. Arenillas; C. Díaz-Guerra; R. Cortés; M. Arenillas Girola y D. Jiménez. 1998. El abastecimiento de agua romano a Augusta Emerita. En *Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 321–329. Madrid: Instituto Juan de Herrera / CEHOPU / Universidad de La Coruña.

VV.AA. 1994. *El acueducto romano de Caesaraugusta. Según el manuscrito de Juan Antonio Fernández (1782–1814)*. Madrid: CEHOPU.

El Colegio de Santa Victoria

Íñigo Ariza López

El neoclásico en Córdoba

El colegio de Santa Victoria en Córdoba es un soberbio edificio y el único representativo del neoclásico en esta ciudad, además de ser el más temprano del estilo. La masa de su cúpula sobresale en el perfil de la ciudad desde cualquier ángulo.

El neoclásico en Córdoba, como en gran parte de Andalucía, tuvo poca raigambre, y le costó introducirse en un ambiente dominado por el barroco.[1] En 1752 se abrió en Madrid la Academia de San Fernando, donde se establecieron las cátedras de perspectiva, anatomía y matemáticas y pensiones para estudiantes españoles en Roma. Los profesores de ésta fueron entre otros don José Hermosilla, traductor de Vitruvio, y don Ventura Rodríguez; y en cierto sentido se puede hablar de auténtica dictadura en los aspectos estilísticos, promovida desde el poder central, como un intento de reformar con un espíritu nuevo la arquitectura. Así mediante real decreto se prohibió la construcción de todo edificio público cuyos planos no los hubiera aprobado la Academia y por ello la autoridad de la Academia se convirtió en una especie de policía de arte.

Durante un tiempo coincidieron ambas tendencias artísticas: un barroco que se resiste a desaparecer y un neoclásico que lucha por imponerse ayudado desde el poder. Finalmente, triunfaron las vanguardias clasicistas, pero tarde, y jamás llegaron a tener la raigambre y el alcance del Barroco, que alcanzó de hecho hasta los primeros años del siglo XIX y nunca ha llegado a desaparecer en estas tierras, identificado con unas tradiciones y con la idiosincrasia de la tierra. Por oposición el Neoclásico representaba unas novedades venidas de fuera y sin arraigo. Por todo ello el neoclásico cordobés supuso un enorme esfuerzo, y de aquí deriva su importancia.

A la cabeza de esta renovación del arte estuvo parte de la iglesia, concretamente, el Cabildo de la Mezquita Catedral; el siglo XVIII es testigo de un gran desarrollo económico que se traduce en un equilibrio social, y las alteraciones del siglo anterior disminuyen o casi desaparecen; esto, naturalmente, es por el aumento del poder del Estado, pero también por las mejores condiciones de vida. Fueron momentos en los que la iglesia gozaba de una gran posición social y económica y además contaba entre sus miembros espíritus ilustrados y cultos y quizá los de mayor inquietud de la ciudad. Todo ello favoreció el que en su seno, a pesar del conservadurismo, se introdujera el ideario de la Ilustración. Así no nos ha de extrañar que algunos de sus elementos desarrollaran o promovieran actividades culturales y económicas de gran interés, por ejemplo la creación de las Reales Escuelas Pías, por parte del Deán Fernández de Córdoba, la renovación de los planes de estudio del Seminario de San Pelagio, y en el orden benéfico y social sobresale el Arcediano Medina y Corella, fundador del Monte de Piedad de Córdoba.

El Colegio de Santa Victoria

El origen del colegio se remonta al año de 1590,[2] cuando Don Francisco Pacheco otorgó testamento por el que sus bienes quedarían vinculados a la casa de «Almunia», siempre y cuando no se uniese a otro mayorazgo, y si tal ocurriese pasarían a dotar un colegio de niñas pobres y honestas. Esto aconteció en los primeros años del siglo XVIII; y en 1739 se constituyó formalmente el centro; pero el nuevo colegio precisaba de un edificio adecuado, por lo que de inmediato se planteó su construcción por parte de los administradores, que según el testamento fundacional deberían ser el deán, el doctoral y el magistral del Cabildo Catedralicio; al frente de esta empresa aparece don Francisco Javier Fernández de Córdoba, que ya había fundado otro colegio, el de la Reales Escuelas Pías. En 1758 se realizan las primeras compras de casas para el solar y la obra comienza en 1760 y se concluyen las decoraciones entre los años 1780 y 1790.

Su finalidad fue desde un principio colegio para niñas huérfanas internas, más el convento para las monjas encargadas. Los promotores quisieron hacer un gran colegio ya fuera por las ideas ilustradas sobre educación de la época o sólo por orgullo. Este colegio tenía unas condiciones utópicas para el siglo XVIII. Nació para albergar 24 niñas y actualmente sigue siendo colegio de primaria, sin régimen interno, y alberga cerca de 1.400 sin problemas de espacio.

Descripción del edificio

Como vemos es uno de los edificios más notables de Córdoba. El edificio consta de una iglesia de planta central cubierta con cúpula, con una serie de anejos entre los que destacan: el pórtico de entrada, el vestíbulo y la sacristía; y el resto de la edificación que es el colegio mismo, que se dispone en forma de dos brazos desiguales, en ángulo recto entre sí, de forma que hacen un chaflán curvo donde se sitúa el pórtico del templo. Se trata por tanto de una planta combinada de ascendencia barroca, aunque resuelta con una sobriedad casi militar.[3]

Sus muros se realizaron con mampuesto con hiladas de ladrillo, y refuerzos de ladrillo o sillar en las jambas y elementos decorativos, según la zona. Posee arcos adintelados y carpaneles. El interior salvo el ultimo nivel está completamente abovedado, a base de bóvedas de «tabique doble» de perfil bajo rebajado, sobre planta rectangular con las esquinas redondeadas, o bien circular. Este hecho es inusual en Córdoba. Las cubiertas, incluida la de la cúpula, son de teja.

Se asienta sobre unas obras importantes de cimentación salvando un barranco de al menos 9 metros, que forman en parte sótanos. Este desnivel fue utilizado en época romana para realizar el graderío del teatro de la ciudad, que fue uno de los más importantes de Hispania, a tenor de las medidas que se deducen de los restos. Una calle actualmente clausurada que existía a la izquierda del templo (mirándolo de frente) se llama «de los mascarones», con probabilidad debido a los restos que se encontraban.

Pese a la que la organización en planta no es ninguna novedad se expresa de una manera más novedosa, mediante un volumen central cilíndrico prominente que es el templo, maclado con una cuerpo rectangular de habitaciones. Debido a este gusto por la geometría como generadora del proyecto puede interpretarse que muestra cierto parentesco con las ideas compositivas de arquitecturas visionarias de época.

El templo se compone en la actualidad de un pórtico columnario compuesto, con frontón parcialmente curvo, que da a la plaza de la Compañía, tras dicho pórtico hay un atrio y un acceso abovedado al templo. El templo consiste en una rotonda con altura aproximadamente vez y media su diámetro. Las paredes del templo tienen dos niveles, separados por una potente cornisa. El nivel inferior posee 16 potentes columnas pareadas, estriadas, de orden corintio, que enmarcan 8 vanos, que corresponden en una organización muy sencilla, a entradas, altar mayor, y altares laterales. El nivel superior repite el esquema pero más estilizado, en vez de columnas aparecen unos machones que regruesan el muro. En el arranque de la cúpula aparece otra cornisa de menor entidad. La cúpula es lisa, sin la presencia de linterna. El resultado es el de una rotonda pura, de recias proporciones, con gran presencia de los muros, y sobriedad.

Por el exterior del templo sobresalen el pórtico de entrada y el potente volumen cilíndrico del tambor de la cúpula por arriba. Dicho tambor consiste en un cilindro en el que se señalan los ventanales con una molduración fina y delicada, que apenas sobresale de la superficie del tambor, tan sólo superado por un guardapolvos. Encima una potente cornisa, el tejado cónico y un potente remate de ladrillo.

El exterior del resto del edifico da una potente imagen a base de ventanas dispuestas regularmente, con dinteles rebajados, y recercados por una moldura de ladrillo. Las dos plantas quedan separadas por una discreta moldura. Esta imagen puede parecer similar a las construcciones militares de la época, en cualquier caso posee un carácter sobrio o de ingeniero que contrasta con el de las construcciones de época cordobesas y reafirma el carácter neoclásico del edificio, como si de una construcción romana se tratara.

La organización interior se distribuye resumidamente en torno a dos grandes crujías entre las que aparecen salas y patios. Otro de los elementos interesantes es la escalera de bóveda tabicada de tres tramos. Por su sobriedad contrasta mucho con otras escaleras barrocas de la misma época a base de piedras en varios colores, como la del actual Colegio de la Inmaculada, justo enfrente o del palacio de la Merced.

La sobriedad de la fachada se altera con la puerta del Colegio, que se compone de un arco abocinado enmarcado en pilastras, y que sirve de soporte al balcón.[4] Las decoraciones son bastante cuidadosas pero se circunscriben a las claves de las bóvedas y los escudos de entrada y del frontón, en piedra o escayola.

El proyecto

En esta obra participaron al menos tres arquitectos: Luis Gilbert, Baltasar Dreveton y Ventura Rodríguez, siendo el autor principal el segundo. En los archivos no quedan ni planos ni proyectos de Luis Guilbert ni de Balatasar Drevetón.[5] De Gilbert sólo sabemos con seguridad que dirigió la demolición de las casas de solar. Tampoco sabemos si Baltasar Drevetón asumió total o parcialmente los planos de Gilbert, aunque como mínimo amplió y modificó el hipotético proyecto original de Gilbert pues se compraron algunas casas más. Quizá a los promotores no les gustara el proyecto original de Gilbert.[6] Debido a la presencia de Ventura Rodríguez muchos autores le han atribuido sin más esta obra. Sin embargo está claro que su actuación se circunscribe al templo reformando el proyecto original y que en el resto sólo aplicó refuerzos.



Figura 1
Vista parcial del pórtico columnario

Baltasar Drebeton

Posee una corta opero interesante obra. Era arquitecto e ingeniero francés, vino a trabajar a España en la época de los Borbones. En Marsella se documenta un arquitecto de este apellido, entre 1746 y 1805, por lo que quizá fuera natural de dicha ciudad. Fue llamado por el Cabildo de la Catedral de Córdoba con ocasión del terremoto de 1755, pues se temía que se hundiera la torre de la Catedral. La primitiva torre musulmana sufrió un gran deterioro con le tiempo, y se sustituyó en el s. XVII por otra nueva de Hernán Ruiz III, que en realidad la envuelve y se apoya parcialmente en ella. Transcribo informe fechado en 1766:

> Este es el juicio que con la más atenta reflexión formo de la torre de Esta santa iglesia, cuyas piedras y sentimientos son mui semejantes a los que experimentó con el temblor de tierra del año 1.755 la torre de la Santa Catedral de Córdoba, que determinada a demolerse por el dictamen de varios maestros en vista de el que se me pidió y expuse habiéndome admitido y practicado se logró su reparación y subsistencia según hoy se ve. Hizo las obras de apuntalamiento y él la salvó.

Por ello fue llamado también a Salamanca para reconocer la torre de aquella Catedral en 1766, pues dicha torre amenazaba peligro, y según los informes del arquitecto Sagarriaga y otros técnicos, no tenía remedio y había que desmontarla.[7]

Otras obras de Baltasar Drebetón en Córdoba fueron:[8] la Obrería del archivo de Obras Pías en el flan-

co norte del Patio de los Naranjos, la cripta de la Parroquia de San Nicolás de la Villa, bajo el altar mayor de la misma iglesia, hoy cerrada con una losa; la reconstrucción el retablo de la capilla de Santa Inés. Y también realizó Baltasar Drevetón la restauración de la Capilla del Mihrab («obras de la capilla que llaman del Zancarrón» según documento de 22 de Noviembre de 1772) en la Mezquita entre los años 1767 a 1772, según parece «respetó su estilo en lo posible y ayudó a fortificar sus estructuras».[9] Esta es una obra singular y a mi modo de ver poco valorada entre los historiadores, en ella se eliminaron las maderas del retablo que poseía y se llegó a rehacer parte de los mosaicos desprendidos. Esta reconstrucción de los célebres mosaicos realizados para el califa por artífices bizantinos se sin criterios de fidelidad estilística pues no existía la arqueología ni la restauración como disciplina científica en aquella época, pero con suficiente acierto como para pasar hoy en día desapercibidos para el gran público.

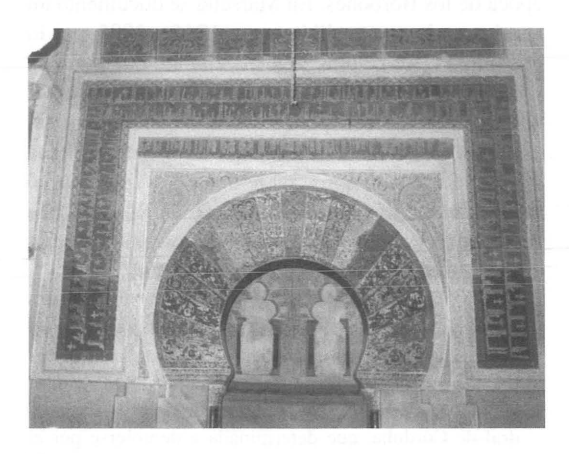


Figura 2
Mosaicos del mirhab con las restauraciones visibles

En el año 1760 se hizo cargo de las obras del colegio de Santa Victoria; y existen documentos sobre él hasta el año 1780, y a partir de éste momento no se sabe nada más de B. Dreveton, al menos en documentos.

La construcción

En 1758 se compraron las llamadas «casas de Séneca», solar del edificio. Al año siguiente se realizó el proyecto del nuevo colegio. Sus administradores, gente ilustrada no buscaron para su construcción a un maestro de la tierra, sino que se dirigieron a Madrid de donde vino el arquitecto francés don Luis Guilbert y estuvo como director de la obra hasta primeros de octubre de 1760. Al año siguiente se realizó el proyecto del nuevo colegio. Inmediatamente le sucede Baltasar Dreveton y se cita como inicio de la obra el 3 de marzo de 1760.[10] También en estas fechas se hacen nuevas compras de casas, coincidiendo con el cambio de planes en el proyecto.

Su construcción fue relativamente rápida para la época y para sus dimensiones, y en 1772 estaba terminado el cuerpo de la iglesia con su cúpula y probablemente gran parte del edificio. La cúpula se hundió este mismo año. Los administradores llamaron a Don Ventura Rodríguez, que por entonces estaba en Andalucía para inspeccionar obras en Málaga y Jaén, para que solucionara la catástrofe. Recordemos que Ventura Rodríguez y Juan de Villanueva son considerados los dos arquitectos más importantes del periodo, aunque Ventura Rodríguez pertenece a la transición entre el Barroco tardío clasicista al Neoclásico, y fue discípulo de Juvara y de Scchetti, por tanto algo anterior a Villanueva. Es autor de la capilla del Pilar dentro del templo de Zaragoza; trabajó para la familia real: Palacio en Arenas de San Pedro y otro en Boadilla del Monte para el Infante don Luis, palacio de Liria, reforma y ornamentación del Paseo del Prado junto con José de Hermosilla. También es obra suya la Capilla del Sagrario de Jaén.

Reproduzco por su valor lo que dice el extracto de la fundación.[11]

> Los señores administradores de esta obra pía desde este tiempo por justos motivos y atentos a evitar otro infausto suceso semejante a el antecedente, para satisfacer suss deveres y al público, dispusieron que viniese a reconocer toda la obra de este Colegio, Don Ventura Rodríguez, Arquitecto de la Villa de Madrid, de la maior fama y mexor notta en todo el reyno, que dirigió con la maior aceptazión obras insignes en la corte, las fuentes del Paseo del Prado, sus alcantarillas y otras innumerables, dio el diseño de la capilla del Sagrario de la Santa Iglesia de Jaén y de la Santa Iglesia de Málaga, en ocasión de venir

a la Andalucía a dar buelta a estas dos últimas obras que havían corrido de quenta con efecto vino a este fin en primeros de noviembre del año 1772 y haviendo con toda prolixidad y esmero reconocido esta obra, halló que nada havían padecido las paredes de su Iglesia y dispuso que se mazizasen ciertas bóbedas que havía devajo de ella, que se engruesasen las paredes de dicha iglesia con diez y seis columnas istriadas y hermosas que tiene y en fin dio el diseño de la media naranja e Iglesia que oi se ve tan sumptuosa y célebre y se executó con puntualidad conforme a el y tiene once varas menos de alto la bóbeda que la antigua, se le echó a esta un cincho o cadena de hierro con sus pernos, el que la abraza toda, embebido en la cornisa. Aunque el señor Ventura Rodríguez no halló en toda la obra cosa digna de reparo ni riesgo dispuso para la maior seguridad y cautela en las bóbedas de ella, que son todas de tabique doble de ladrillo se hechasen ciertas varras de fierro de parte a parte de sus paredes con sus pernos en sus extremos que la atasen más y reuniesen y con efecto se hecharon dos otres de estos en cada pieza segun su grandor y extensión y que encima de las bóbedas de las puertas y ventanas se pusieran en muchas ciertas varras de fierro para su mayor seguridad con se hizo, y en un arco que havia mui grande al subir la escalera y estaba chato y era muy largo siembargo de que parezia seguro (por parecer arriesgado y demasiada ingeniosidad y sutileza del arte) quiso que al medio de el se pusieran dos postes como lo están aunque nada se quitó ni añadió al arco y se empezó la ejecución de todo esto en los términos que lo dispuso el Don Ventura Rodríguez el 28 de diciembre del mismo año de 1772, por mano del mismo Baltasar Drevetón.

Debido a que no existen planos de la época este es el texto que existe más claro sobre la intervención de Ventura Rodríguez y sobre qué pudo ocurrir. Como aparece en dicho texto, tras el reconocimiento dispuso varios reformas, que resumidamente son:

- Modificación de la cúpula y templo.
- Algunos refuerzos en el resto del edificio: en la escalera, y en las bóvedas.

Como es lógico este hundimiento supuso un importante quebranto económico para el Colegio a la par que un retraso en la construcción de sus obras. Se necesitaron casi nueve meses para sacar el escombro producido.

Las reparaciones las puso en práctica el mismo Drevetón, al que no le retiraron la confianza los administradores, que en el extracto de la fundación escriben:

Noticia de la amenaza de hundimiento de la bóveda del Colegio de «Santa» Victoria de Córdoba en 1.772: «Pero haviendo sucedido el que se undiese atribuiéndose a que en el tiempo de su delicada extructura y construcción estuvo enfermo el referido Arquitecto Dreveton que la dirijía por cuio motivo no pudo cuidar como correspondía de su delicada construczión fue precisa hacerla después del modo y forma que oi está».

A finales de Mayo de 1780, estando muy adelantada la obra, se despidió B. Dreveton recibiendo tres mil trescientos reales por ayuda al viaje y gratificación por la conclusión de la obra. Permaneció en Córdoba hasta el final de sus días haciendo diversas obras para Cabildos andaluces.[12]

Durante los años 80–90 se decoró la iglesia con los altares y pinturas que hoy se observan.

Hundimiento y reparaciones de Ventura Rodríguez

No conocemos las razones del hundimiento de la cúpula, tan sólo disponemos de las escuetas referencias de los administradores, y el informe de Ventura Rodríguez no es explícito más que en la descripción de las reparaciones. Es importante señalar que la intervención de este último arquitecto ha provocado que se le atribuya la autoría del edificio completo según algunos historiadores, o de partes del edificio que creo poder demostrar que no le pertenecen. Algunos autores le atribuyen por ejemplo el majestuoso pórtico de entrada, junto con la sala abovedada de acceso al templo, la cúpula y rotonda completa del templo.

Rivas Carmona (1986, p. 39), recoge la referencia de Reese según la cual el tipo de muro y detalles de fina decoración arquitectónica moldurada formando campos rehundidos y finas pilastras del vestíbulo de entrada al templo son de factura diferente a la propia de V. Rodríguez, que muestra más relieve. Sin embargo atribuye sin más el pórtico a V. Rodríguez, tomando en consideración su parecido con el pórtico que este mismo arquitecto realizó en la catedral de Pamplona.[13] Creo que esto es improbable debido a tres razones consideradas conjuntamente:

a) Como se puede observar en las fotografías de fachada dicho pórtico interrumpe la línea de fachada, si se hubiera planeado posteriormente a

la construcción del edificio hubiese necesitado demoler una fachada entera, poco probable después del sobre-costo del hundimiento de la cúpula. Además, la fina decoración clasicista de las puertas que se asoman pertenece más al estilo del francés.

b) Tras la galería que forma el pórtico aparece la sala abovedada de acceso al atribuida a Dreveton, esta disposición en planta es incompatible con una primitiva fachada donde ahora está el pórtico. ¿Qué habría en medio de no existir el pórtico? No tiene sentido.
c) La última razón y de más peso, no aparece en la descripción minuciosa de los trabajos a realizar según el recoge el extracto de la fundación sobre el informe del mismo Ventura.

Mª Dolores Pérez Martín hace una interpretación sobre la reparación del templo. Según se deduce de sus palabras[14] el proyecto de Dreveton consistía en una «nave concéntrica sobre columnas», por lo que se deduce poseía un deambulatorio alrededor, algo parecido al Mausoleo de Santa Constanza, por poner un ejemplo secular. Ventura elimina esa nave y adosa dichas columnas, parece deducirse, al muro exterior. Sin embargo, siguiendo el extracto de la fundación, creo que esta interpretación es excesiva. En mi opinión Ventura Rodríguez regruesó los muros de la rotonda que ya había, y la hizo por tanto un poco más pequeña, y algo más baja. En conjunto la nueva cúpula tiene una altura de 27,50 m, frente a los 36,75 m, aproximadamente que tenía la anterior, que era 11 varas más alta que la actual.

Con ello la cúpula ganaba estabilidad, y además Ventura añadía los referidos zunchos en el arranque de la misma. Obviamente esto implica que el especto final de la rotonda es en parte suyo, pero que la misma estaba en la obra original. Estaríamos entonces frente a un hundimiento de una bóveda como tantos otros que hubo. Coge sentido esta afirmación de que se le dio a los muros «el grueso que les faltaba»:

El estilo más delicado de origen rococó aunque sobrio que reconoce Reese en el ante-templo parece estar también presente en la rotonda en los ventanales, y en los arcos y puertas con guardapolvos del nivel inferior. Contrasta con la potencia del entablamento que recoge las columnas de la misma, así como el propio volumen de estas columnas. Y también contrasta con los nichos que acogen los ventanales. Creo que por tanto es razonable pensar que el orden de columnas, el entablamento y el orden murario superior de la rotonda son el regruesamiento de los muros de la bóveda que recomendó realizar Ventura Rodríguez, y que tanto los ventanales superiores como los arcos y puertas inferiores pertenecen al muro del primitivo proyecto del arquitecto francés. Así también se puede explicar cierta falta de armonía entre estos elementos, el que la cornisa superior de arranque de la cúpula sea bastante menos potente que la intermedia, y que el muro exterior de la rotonda resulte bajo respecto de los ventanales, como si se le hubiera recortado la altura.

Esta es una discusión estilística en un estudio sobre el proceso de construcción, pese a ello creo que es necesaria y reveladora, aunque no ofrezca certeza absoluta.

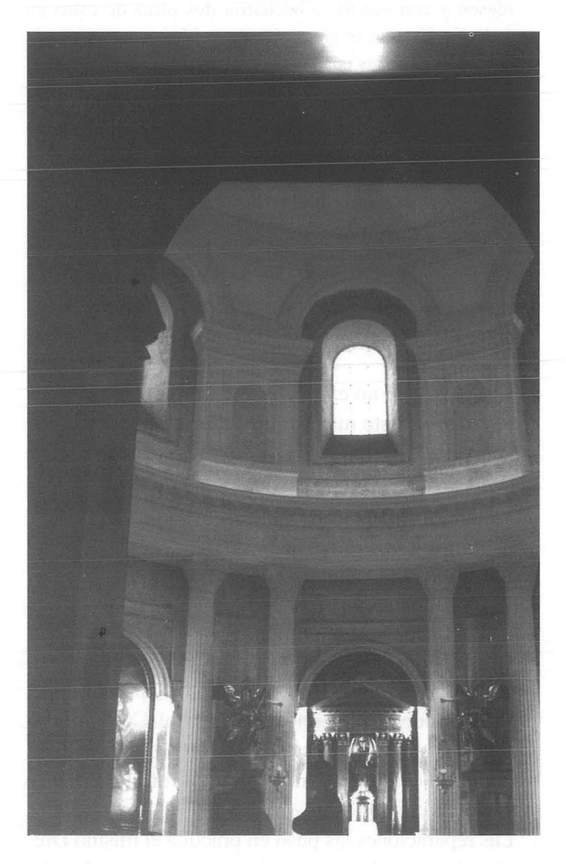


Figura 3
Refuerzos en la rotonda por Ventura Rodríguez

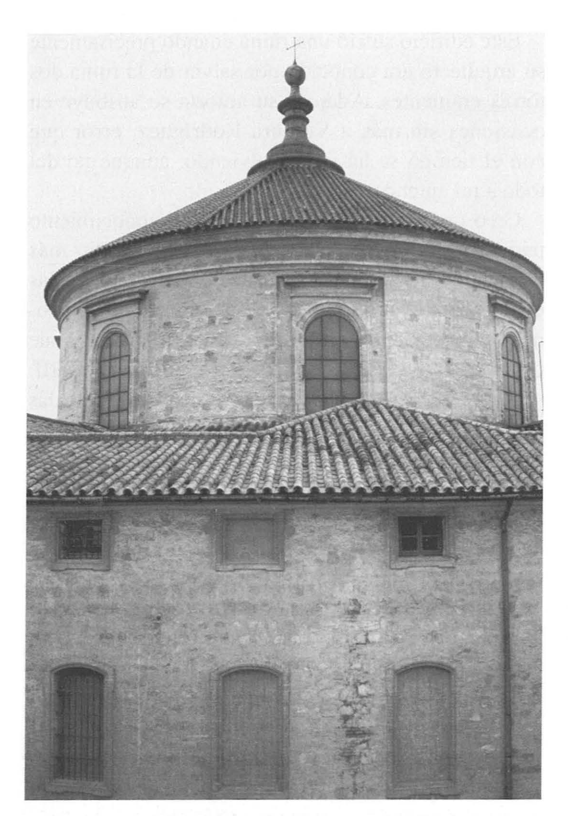


Figura 4

Los otros elementos reforzados que señala el extracto de la fundación son visibles hoy en día.

Como hemos visto Ventura mandó colocar por precaución tirantes de hierro en las bóvedas del edificio. Dichas bóvedas «son de tabique doble de ladrillo», forman los pisos de planta baja, primera y segunda. Son todas rebajadas salvo alguna excepción de medias naranja en algunas estancias anejas al templo, y siguen la variedad de plantas de las habitaciones, ya sean rectangulares o circulares, con una imposta y remate decorado de estilo similar, y esquinas redondeadas. Un simple calculo estático demuestra que son estables, y que por tanto el refuerzo no era necesario.

Lo mismo se puede decir de la sobria escalera, en la cual mandó añadir unos pilastrones que trocean en tres partes los arcos de llegada de la escalera. Dicha escalera está compuesta por dos superficies blancas (bóveda tabicada y pretil) que discurren suavemente por los tres tramos, redondeándose en las esquinas. Vista desde los arcos originales de la arribada, la escalera ofrecería un aspecto majestuoso pero muy sobrio, que quedó truncado con esta intervención de Ventura Rodríguez.

Causas posibles del hundimiento

Lo único que se conoce es que la cúpula se hundió el mismo año de su construcción, 1772. Como primeras hipótesis de trabajo se pueden considerar asientos del terreno o del propio edificio, debilidad de la fábrica, o incluso problemas de estabilidad.

Según la Fundación Ventura Rodríguez «halló que nada habían padecido las paredes de su Iglesia». Esto descarta la debilidad al menos de los muros del templo, pero puede interpretarse de varias maneras. Pudiera tratarse también de un defecto o debilidad constructiva de la propia cúpula, o de un error de descimbrado, en este sentido resulta interesante esta afirmación:[15]

> pero haviendo sucedido el que se undiese atrubuiendose a que en el tiempo de su delicada extructura y construcción estubo enfermo el referido Arquitecto Drevetón que la dirijía por cuyo motivo no pudo cuidar como correspondía de su delicada constucción fue precisa hacerla después del modo que oi está.

Y quizá por ello los promotores no le retiraron la confianza a dicho arquitecto que siguió trabajando hasta la conclusión de la obra.

Pero se pueden considerar otros aspectos que pudieron ser causa o influir en el hundimiento. Todo el edificio se emplaza sobre un desnivel importante en la orografía de la ciudad. El cimiento del colegio incluye unos importantes sótanos y bajo el templo se llega a los 9 metros de profundidad.[16] En estas condiciones no es descabellado pensar en algún movimiento del terreno o de los cimientos que tuvieran un efecto ampliado en la cúpula, que es la parte más delicada. Quizá por ello ventura manda macizar las bóvedas bajo la iglesia.

El edificio se tardó en construir hasta la culminación del templo y su ruina 10 años, lo que no es mucho teniendo en cuenta la magnitud del mismo. Aunque posee una arquitectura de su tiempo «su realización si-

guió los caminos . . . y los modos de contratación propios del XVI».[17] Es posible que no se realizara todo el edificio a la vez, y que el tiempo de ejecución de la parte del templo fuera menor, en cuyo caso estaríamos ante un caso de rapidez excesiva para los métodos de construcción de la época, mampuesto y sillería, que provocarían fatales asientos diferenciales, ampliados por otros factores. Poyando esta posibilidad transcribo el pliego que Ambrosio de Figueroa hace para su proyecto de la iglesia de San Juan Bautista, en Cabezas de San Juan, Sevilla, octubre de 1763, obra barroca pero contemporánea:[18]

> Advirtiendo que todo el edifico ha de ser labrado con gran cuidado . . . pues tengo experiencia que por no ejecutarlo así, haber habido algunas ruinas . . . lo que luego se llegue a las impostas tendrá su parada hasta se reconozca estas sus paredes para sufrir los arcos; los que quedaran con sus cimbres puestas, y se seguirá el templo hasta el movimiento de arcos torales, por los que se pasará un verano por ellos con su riego que no les falte humedad encima, y los mismo del invierno, para que dicho edificio tome el asiento suficiente; quedando ejecutado el cuerpo de luces de la nave principal, para que pasado dicho tiempo se puedan seguir las bóvedas vaidas con sus arcos, y del mismo modo se puedan sacar los torales dejándolo todo sobre sus cerchas, sin quitarlas hasta que la obra venda de remate, y le llegue su ocasión, lo que seguirá la media naranja hasta sus dos tercios, dejándola reposar, a lo menos, cuatro meses, para volverla a continuar

Por último quizá la causa fuera un problema de estabilidad, no se debe desdeñar esta hipótesis. Puede que la bóveda original fuera excesivamente alta, sobre muros excesivamente delgados que no fueron capaces de recoger eficazmente los empujes. Con ello no quiero decir que necesariamente la estabilidad fuera imposible, pero que quizá no tenía el margen suficiente de seguridad para una obra con proyecto novedoso pero realizada según modos de hacer antiguos. Una restitución muy aproximada de la sección original (imposible de momento) nos aclararía este aspecto.

Conclusiones

Quizá el motivo primero de este estudio es tan sólo comprender mejor un ejemplo interesante del neoclásico andaluz, que posee además una curiosa historia. Este edificio sufrió una ruina cuando precisamente su arquitecto era conocido por salvar de la ruina dos torres eminentes. Además su autoría se atribuye en ocasiones sin más a Ventura Rodríguez, error que con el tiempo se ha ido resolviendo, aunque no del todo a mi entender.

Creo que se trata de un caso de desconocimiento parcial por parte de los estudiosos. Un estudio más exhaustivo que este mismo trabajo podrá aclarar las dudas sobre lo que pasó con dicha ruina. Con ello conoceríamos además un caso práctico de patología de obras de fabrica de la segunda mitad del siglo XVIII.

Sin embargo un acercamiento muy somero a las distintas posibilidades de estudio que ofrece este edificio (estilísticas ya realizadas, analíticas, mecánicas) ya puede señalarnos algunas de las causas probables de la ruina que sufrió, así como también delimitar hasta dónde llega la autoría de sus arquitectos. Con ello creo que resulta esperanzador concluir que si ampliamos de forma sencilla nuestros métodos de análisis sobre el patrimonio histórico artístico edificado (hasta ahora basado demasiadas veces de forma casi exclusiva en citas y en estudios estilísticos comparativos, ignorando aspectos constructivos), podemos mejorar en gran medida nuestro conocimiento sobre el mismo y eliminar rápidamente errores que se van arrastrando en la obras publicadas.

Notas

1. Este contexto queda muy bien explicado por Rivas Carmona (1986).
2. Gran parte de este apartado se apoya en la tesis de Mª Dolores Pérez Martín, que recoge además la documentación original.
3. Rivas Carmona 1986, 37.
4. Rivas Carmona 1989, 43.
5. Por el contrario sí hay abundante documentación de la contabilidad de las obras, circunstancia muy común. Transcribo los que aparece en el Acta Fundacional: «En virtud de dichas facultades . . . mandaron principiar su obra . . . los actuales Señores Administradores perpetuos, que lo son el Señor Doctor Don Francisco Xavier Fernández de Córdoba y Cuenca Ponce de León, Cavallero Pensionado de la Real Distinguida Orden Española de Carlos tercero, Sumiller de Cortina del Rey nuestro Señor, Abad de Rute de Oñate, Deán y Canónigo de la Santa Iglesia Cathedral de esta Ciudad y Fundador de las Escuelas Reales de primeras letras de

Córdova; y el Señor Doctor Don Romualdo Mon y Velarde, Canónigo Doctoral y juez del Tribunal de la Cruzada (vacante la Magistral)».

6. Hay una referencia un tanto oscura al respecto, (M.D. Pérez Martín, Ref. 131)
7. Existen en el archivo de la Catedral de Córdoba dos informes, uno de 13 de Diciembre de 1759 y otro del 20 del mismo mes y año, donde se lee que «enterados de que se halla en esta ciudad un ingeniero y gran arquitecto, ha registrado la quebrantada torre y dictaminado que se podía componer con facilidad». El Cabildo mandó que inmediatamente empezaran las obras.
8. Rivas Carmona, 1986.
9. Según E. Romero de Torres esta capilla amenazaba hundirse en la segunda mitad del siglo XVIII. Aparte de él apenas se documenta esta obra.

   En otro cabildo ordinario de 23 de Septiembre de 1767: «se reunió para oír el costo que tendrá obrar la capilla . . . que está con riesgo de caerse; enterado el cabildo de dho costo por relación escrita de don B. Drevetón, acordó aconsejando se hicieran las obras sin que se «alterase ni mudase» cosa alguna de la fábrica que tiene su construcción i arquitectura, la expresada capilla»

   Esta reparación tuvo un costo importante, de 24.000 reales de vellón, y así consta en un recibo fechado el 24 de Septiembre de 1772 y que existe en la Catedral.
10. Sin embargo existe una lápida conmemorativa del comienzo con fecha 10 de agostos de 1761, colocada bajo el altar mayor a unos nueve metros de profundidad (lo que nos da una idea de la profundidad de las obras de cimiento) y cubierta con una placa de plomo y cuya leyenda es la que sigue: «A Santa Victoria, mártir de Córdova acuio título y tutela se herije este templo adiazente que para crianza, educazión y colocazión de Niñas Doncellas, Pobres y Honestas mandó fundar el Iltmo. Señor D. Francisco Pacheco, Obispo de Córdova: le dedican y consagran D. Francisco Fernández de Córdova, Deán y Canónigo, D. Francisco Xavier Delgado, Magistral y Obispo de Canarias y D. Damián Espinosa, Canónigo Doctoral, sus administradores y Gobernadores perpetuos, siendo Sumo Pontífice Clemente Dezimo Tercio: Rei Católico de España Carlos Tercero de Borbón: Obispo de Córdoba D. Martín de Barzia»

    Se da la circunstancia de que Santa Victoria, patrona de la ciudad no existió en realidad, sino que es fruto de una traducción errónea sobre «San Acisclo y su Victoria».
11. Mª Dolores Pérez Martín, 237.
12. Rivas Carmona 1986.
13. Según Ponz, (Rivas Carmona 1886, 36 y 41)
14. M. D. Pérez Martín, 240.
15. Extracto de la Fundación, recogida por M. D. Pérez Martín, 236.
16. Según se deduce de la placa conmemorativa de la primera piedra.
17. M.D. Pérez Martín, 232.
18. Tomado de Juan Antonio Fernández Naranjo (1998).

Lista de referencias

Fernández, Arturo. Planos del colegio con motivo de un proyecto de rehabilitación.

Pérez Martín, Mª Dolores. Tesis doctoral *El Colegio de Santa Victoria en Córdoba*. Universidad de Córdoba.

Rivas Carmona, Jesús. 1986. Notas para el Neoclásico Cordobés. Rev. *Imafronte,* 2: 25–55.

Ramírez de Arellano, Rafael. reedición 1981. *Paseos por Córdoba.*

Ramírez de Arellano, Rafael. *Inventario, Catálogo Histórico Artístico de Córdoba.*

Romero Barros, Rafael. 1991. *Córdoba Monumental y Artística.* Consejería de Medio Ambiente y Caja de Ahorros de Córdoba. Córdoba.

Villar Mobellán, Alberto. 1986. Arquitectura cordobesa del Neoclasicismo al postmodernismo. Editorial Gevert. Sevilla.

Teoría y práctica de la de la construcción en la España de la Autarquía. El Instituto Nacional de Industria, la Empresa Nacional «Calvo Sotelo» y la Refinería de Escombreras

Felipe Arriaga Carmona

La creación del Instituto Nacional de Industria (I.N.I.) y de su filial la Empresa Nacional «Calvo Sotelo» de Combustibles Líquidos y Lubricantes (ENCASO), en 1941 y 1942 respectivamente, se enmarca en un contexto de voluntaria política económica autárquica, al servicio de las necesidades militares de industrialización.[1] La estrecha vinculación del I.N.I. y de la ENCASO, durante los años 40 y 50 del siglo XX, a las más altas instancias políticas del nuevo Estado surgido tras la Guerra Civil, y la importancia capital atribuida a su misión industrial convierten las actuaciones de estos organismos, no sólo las industriales sino también, muy especialmente, las sociales, en representativas del nuevo Estado.

La ENCASO va a iniciar un proceso de construcción de centros industriales en España, entre los que destaca una Refinería de petróleo. Las instalaciones básicas consistían en una unidad de destilación a presión atmosférica y otra de vacío así como toda una serie de instalaciones industriales auxiliares.

Como actividad secundaria, la ENCASO abordará también la solución del problema del alojamiento de sus trabajadores en aquellas localidades en que se instale. En ello confluyen toda una serie de motivaciones de distinto tipo: la negativa situación de la vivienda en la España de la posguerra, tanto en sus aspectos cuantitativos como cualitativos, tan manifestada por los propios organismos oficiales; la obligación legal, establecida a partir de 1946, de que las Empresas construyesen viviendas para su personal; una evidente vocación social ejemplarizante y modélica, cargada de componentes propagandísticos, por parte de la Empresa, como representante del Estado; y una tradición empresarial, que en Europa se remonta en sus orígenes a comienzos del siglo XIX, introducida también en España, pero a la que, sin embargo, eran ajenas hasta entonces las empresas públicas.

Por ello, en el caso de la Refinería se decide la construcción de un Poblado para el alojamiento del personal en sus diferentes categorías laborales, todo ello en el Valle de Escombreras (Murcia), elegido por sus «excelentes condiciones desde los puntos de vista industrial y militar» (Instituto Nacional de Industria 1941 y 1942). Entre estas condiciones se citan la proximidad relativa a Oriente Medio, de donde debía proceder la mayor parte del petróleo; su estratégica situación en la ruta entre el Mediterráneo y el Atlántico; el precio económico de los terrenos necesarios para las instalaciones; sus buenas condiciones climáticas; la abundancia y calidad del agua; su buena y abundante mano de obra; y su alejamiento de grandes concentraciones industriales. Entre las que no se citan, pero que también debió ejercer un peso considerable, estaría la cercanía a la base naval militar de Cartagena. De hecho, la elección de Escombreras se decidió a partir de un informe del Almirante Bastarreche (I.N.I. Abril, 1948; Flores Jiménez 1966; AHINI. ENCASO. Caja 156. Carta de Joaquín Planell al Presidente del I.N.I.).

Su construcción adquiere carácter de máxima urgencia,[2] debido, en primer lugar, a la deficitaria situación española en relación con el suministro de pe-

tróleo, en un contexto internacional caracterizado por la escasez de refinerías en Europa, la insuficiencia de la flota petrolera y el aumento del consumo y de los precios. Y, en segundo lugar, a las necesidades de tipo militar, dada la mayor vulnerabilidad que presentan las centrales térmicas e hidráulicas, según lo manifestado por el Consejo de Administración de REPESA (I.N.I., REPESA, Acta nº 24).

La capacidad financiera del I.N.I. y la ENCASO les permiten afrontar todos sus proyectos con una concepción amplia, totalitaria, de acuerdo con una mentalidad ingenieril, por encima de consideraciones economicistas. Sin embargo, a pesar de la urgencia inicial y de los medios financieros, materiales y humanos de la ENCASO, los trabajos se van a desarrollar con gran lentitud, debido tanto a dificultades de orden internacional como de orden interno. Entre las primeras destacan las dificultades para la llegada de los suministros alemanes, primero, y para llegar a acuerdos con empresas norteamericanas, después (I.N.I. Memoria1941 y 1942). Y entre las de orden interno podemos señalar la falta de infraestructuras previas,[3] el problema del suministro de materiales de procedencia nacional,[4] el abastecimiento de agua, por lo que fue necesario realizar una conexión con la red de canales de la Mancomunidad de Canales del Taibilla; o las dificultades de contratación de mano de obra.[5]

Por todo ello, hasta 1947 los trabajos avanzan con gran lentitud. A partir de este año, con la firma de un acuerdo con la empresa norteamericana Foster Wheeler Corp., la construcción se reactiva. Sin embargo, en 1948, coincidiendo con el inicio de la llegada de los suministros estadounidenses, comienzan las negociaciones, a iniciativa del I.N.I., para ceder la Refinería a una nueva sociedad, denominada REPESA, constituida con participación del I.N.I., de la Compañía Española de Petróleos (CEPSA) y la compañía norteamericana Caltex,[6] llegándose a un acuerdo en 1949. Por otra parte, este acuerdo es simultáneo a la concesión de un crédito a España por parte del Chase National Bank, y ambos hechos son muy anteriores a la vuelta del embajador norteamericano, en 1951, y al acuerdo con EE.UU., de 1953. Ello es buena prueba de la ambigüedad de las relaciones entre EE.UU. y España a partir de finales de los 40, pues las críticas públicas de carácter político no impiden los acuerdos privados de carácter económico. Todo ello es un reflejo del cambio de actitud de los países aliados, especialmente de EE.UU., hacia España a raíz de la Conferencia de Postdam en 1945 y el comienzo de la tensión con la Unión Soviética, agravada con el inicio de la guerra de Corea en 1950 (Schwartz y González 1978; Moradiellos 1999).

Con la llegada de técnicos norteamericanos los trabajos se aceleran: en 1950 se procede a la puesta en marcha de la primera fase de la Refinería y en julio de 1952 se finaliza la segunda fase. A partir de aquí se procederá a una serie de ampliaciones sucesivas de la capacidad de refino que, entre otras cosas, conllevó la ampliación del Poblado.

El Poblado de la Refinería de Escombreras

La concepción del Poblado

La concepción del Poblado va a seguir un camino paralelo al de la planificación de las instalaciones industriales, de modo que las modificaciones en los objetivos industriales se traducen inmediatamente en cambios en el mismo. Así, el Poblado de Escombreras pasa de 225 viviendas previstas inicialmente a una cifra final de 448.

La elaboración del proyecto de Poblado y el control de la ejecución están fuertemente centralizados. Su diseño, desde el punto de vista técnico, corresponde al arquitecto José Blasco Robles. Por encima de él, aunque contando con su asesoramiento, el Consejo de Administración aprueba, rechaza o modifica en última instancia tanto el proyecto como las sucesivas fases en que se subdividen, librando progresivamente los presupuestos necesarios y fiscalizando su ejecución.

El arquitecto

José Blasco Robles (1904–?)[7] se había formado académicamente en Barcelona,[8] donde inicia sus estudios de arquitectura en el curso 1920–1921, titulándose en 1928. Entre 1931 y 1943 reside y trabaja en Santa Cruz de Tenerife. En ese último año ingresó en la ENCASO, en fecha indeterminada, como Jefe del Departamento de Arquitectura de la Sección de la Refinería de Cartagena, y como tal, encargado del proyecto de todas las construcciones de esta Sección, tanto de tipo industrial como de tipo civil, si bien de él se valora especialmente que posee una amplia ex-

periencia en «el proyecto y construcción de viviendas» (ENCASO Acta nº 13).

A finales de 1944, al estar a punto de finalizar su trabajo en la Refinería, es nombrado arquitecto de la Sección de Lignitos, con residencia en Zaragoza, y Asesor del Consejo de Administración. Su trabajo se centraría a partir de ahora en la zona del Ebro, «sin perjuicio de que interviniese también, cuando ello fuera necesario, en los de Puentes de García Rodríguez y asesorase al Consejo de Administración, ya que éste, por la diversidad de obras que existen requerirá sus servicios para dar normas respecto a la adopción de estilo y otros aspectos que afecten a esta especialidad» (ENCASO. Acta nº 41). En 1945 finaliza el proyecto de Poblado de Escombreras, presentado y aprobado en enero de 1946, pasando entonces a desempeñar el nuevo cargo. Por todo ello, parece corresponderle también la responsabilidad de los Poblados que la ENCASO construye en Andorra (Teruel), Escatrón (Zaragoza) y Puentes de García Rodríguez (La Coruña).[9]

La Memoria General

El Proyecto de Poblado se compone de una Memoria General[10] y 6 Anexos. La Memoria, de una extensión de 11 páginas, se refiere a aspectos como la necesidad del Poblado, su capacidad, elementos de que ha de constar, emplazamiento, composición, parcelación, callejero, tipología de los edificios, situación de parques y jardines y, finalmente, el aspecto de conjunto.

De entre todos estos aspectos, destaca la atención que se presta a la elección y orientación del emplazamiento, justificada a lo largo de 3 de las 11 páginas. Para el primero de ellos se tienen en consideración aspectos como la salubridad; la seguridad, al tratarse de un Poblado para trabajadores de una industria de tipo peligroso; facilidad de accesos a la fábrica y a las vías próximas; economía, eligiendo un terreno lo más llano posible, reduciendo al mínimo las obras de explanación; y consideraciones de tipo estético, procurando eliminar la vista de las instalaciones fabriles, en beneficio de la vista hacia el mar y el cabo Tiñoso.

Respecto de la orientación, viene determinada por consideraciones de tipo higienista, a las que se concede gran importancia, teniéndose en cuenta los vientos dominantes, las lluvias, la humedad y la naturaleza del subsuelo. El resultado es una orientación con fachada principal de los edificios de vivienda hacia el sur-suroeste, que da como resultado en verano una fachada sur poco soleada, al encontrarse el sol muy alto, y una fachada norte fresca, y en invierno una fachada principal muy soleada, y que proporciona también una buena protección contra los vientos dominantes en la zona, procedentes del noreste. Por otra parte, para cada categoría laboral se estudian dos subtipos de viviendas, según que tengan la entrada por el lado norte o el lado sur, disponiendo en todas ellas las dependencias principales hacia el lado sur. Estas consideraciones de tipo higienista se completan con toda una serie de medidas complementarias: la importancia concedida a la construcción de parques y jardines y a la plantación de árboles en todas las calles y vías de acceso; la disposición de las plantas bajas siempre a un nivel superior al de las calles o jardines circundantes; la altura de los techos de las viviendas, entre 2,80 y 3,00 metros, que si bien era considerada algo exigua en relación con el clima cálido de la zona, se considera compensado con el recurso a la ventilación directa en todas las dependencias de las viviendas, sin el recurso a patios cerrados. En cuanto a los Anexos, son los siguientes:

1. Programa del Poblado y avance de presupuesto. Es el más amplio, pues se compone, a su vez, de 6 anexos que describen los diferentes proyectos parciales de urbanización, edificaciones y servicios: Explanaciones y pavimentos; Parques, jardines y campos de deporte; Viviendas; Abastecimiento de aguas; Evacuación de aguas residuales; Alumbrado.
2. Relación valorada de los terrenos a adquirir para futuras ampliaciones.
3. Plano topográfico general de la zona.
4. Plano a escala 5.000 de los terrenos propiedad de la Empresa con la posición relativa del Poblado, de la Fábrica y la zona agrícola.
5. Perspectiva de conjunto del Poblado y detalle de dos de las casas.
6. Detalle justificativo de los precios unitarios para las obras proyectadas.

De entre estos anexos quiero destacar el apartado dedicado a las viviendas, así como el avance de presupuesto de las mismas. De un presupuesto global, excluido el valor de los terrenos, cifrado en 16 millo-

nes de pesetas, se destina a viviendas 9.931.500 pesetas, el 62,07 % del total. Los costes unitarios de las viviendas se establecen en función de la categoría socio-laboral de sus ocupantes, de acuerdo con un rígido sistema jerárquico, que oscila entre las 220.000 pesetas de la vivienda del Director y las 24.700 pesetas de la vivienda de un Obrero con familia reducida, pasando por las 112.500 pesetas de la vivienda de un Jefe de Departamento, las 61.625 de la de un Empleado de 2ª y 3ª.

Una vez finalizada la Memoria se inicia un complejo procedimiento administrativo previo a su aprobación final por el Consejo de Administración, introduciéndose diversas modificaciones.

Construcción del Poblado

Al plantearse su construcción, la Empresa deberá resolver dos cuestiones de principio. La primera, si se hacía recurriendo a las ayudas que el I.N.V. concedía al amparo de la legislación de viviendas protegidas o renunciando a ellas. La segunda cuestión, si la construcción debía hacerse por la Empresa, mediante el sistema de administración, o adjudicándola por concurso entre contratistas privados, mediante el sistema de contrata. Como ahora veremos, las respuestas a estas cuestiones fueron variando a lo largo del tiempo, reflejando los cambios de criterio de la Empresa en relación con la labor social que suponía la construcción de estos Poblados.

Las relaciones ente el I.N.V. y la ENCASO

En relación con la primera cuestión, la Empresa decidió llevar a cabo la construcción renunciando a solicitar las ayudas del I.N.V. Los motivos aducidos son de diverso tipo, si bien el más importante tiene que ver con el régimen de competencias en el control de las viviendas, pues la fiscalización del I.N.V. habría relegado a la ENCASO a ser sólo propietario nominal de las viviendas, sin posibilidades de intervención real. Y, por último, al disponer la Empresa de los medios financieros suficientes para su construcción, no se consideraba lícito recurrir a ayudas oficiales (AHINI. ENCASO. Caja 157).

A todo esto podemos señalar otro motivo complementario: el I.N.V. establecía, para conceder la calificación de «viviendas protegidas», unos límites presupuestarios muy bajos, que, para el periodo 1939–1944, oscilaban entre las 30.000 y las 35.000 pesetas por vivienda.[11] Con esa limitación, a la Empresa le habría sido muy difícil ofrecer unas viviendas en unas condiciones atractivas para el personal cualificado que se pretende atraer y sólo las viviendas de Obreros habrían podido incluirse en ese margen, quedando ampliamente fuera de él las de Empleados, Jefes e Ingenieros.

No obstante, debido a la importancia de esta decisión, la ENCASO consultó al I.N.I., quien se mostró totalmente conforme con la misma. Esto es sumamente ilustrativo tanto de la mentalidad exclusivista con que el I.N.I. y la ENCASO conciben todas sus actuaciones, hasta el extremo de actuar como un Estado dentro del Estado, como de la inexistencia de un sistema coherente y eficaz, a nivel nacional, para hacer frente a la solución de este problema por parte del Estado.

A partir de los años 50, la ENCASO va a modificar sus planteamientos en relación con las ayudas oficiales, determinados por la nueva política adoptada por el I.N.I. en relación con este tema, basada tanto en criterios económicos (el recurso a las ayudas del I.N.V. se estima ahora como altamente beneficioso) como morales o sociales (permitiendo el acceso de los trabajadores a la propiedad de las mismas, al menos en los centros industriales radicados junto a núcleos de población).[12]

Los sistemas de administración y contratación

Tras la renuncia a solicitar las ayudas del I.N.V., la Empresa debía determinar si las construcciones se realizaban por el sistema de administración, por el que la Empresa construye con sus propios medios materiales y personales, o el de contratación.[13]

Los planteamientos iniciales eran los de recurrir al sistema de contratación, aunque para que «los contratistas sepan a qué atenerse y para nuestra información, propone que previamente se realicen por administración la construcción de varios modelos» (ENCASO. Acta nº 67). Así, se procede a dividir las obras iniciales en dos lotes, uno por administración y otro por contratación, para comprobar cuál es más eficaz. Sin embargo, estos planteamientos iniciales deberán ser modificados, para optar, más frecuente-

mente, por el sistema de administración y sólo cuando la Empresa recurra a la colaboración del I.N.V. para posteriores ampliaciones se adoptará el de contrata, obligado por la legislación.

Las razones aducidas para justificar este cambio son una mayor rapidez y precios más ajustados; además, se alega que si se adjudicasen a contratistas, la Empresa, de todas formas, debería intervenir a favor de estos para facilitarles la obtención de materiales y su transporte.[14]

Todo ello constituye un buen reflejo de la situación del sector de la construcción en la inmediata posguerra: empresas privadas con poca capacidad; dificultades para la obtención de materiales de construcción; elevaciones constantes de precios de los materiales y, en menor medida, de los salarios.[15] En estas circunstancias, la Empresa tenía grandes dificultades para encontrar contratistas interesados en unas obras de gran envergadura y, en algunos casos, complejidad técnica, y sometidas a unas condiciones muy estrictas.

El sistema de contratación, menos usado, como ya he explicado, suponía una mayor complejidad administrativa. Una vez aprobados el proyecto y el presupuesto se procedía a convocar un concurso de adjudicación, de acuerdo con las bases elaboradas por la Oficina Técnica de Construcción Civil, en las que se incluían las condiciones a las que debían ajustarse los solicitantes: fianzas, plazos de finalización de las obras, límites presupuestarios, calidades y materiales.

El concurso podía ser tanto de carácter abierto como restringido para los contratistas de las localidades próximas. Como norma general, se recurre a empresas de fuera del entorno para la realización de obras de mayor envergadura o de carácter más técnico, mientras que se prefiere a los contratistas locales para la construcción de viviendas, lo que suponía ventajas para ambas partes: se aprovecha la mano de obra local, con lo que se obtenían precios más ajustados; se consigue, además, una mayor rapidez en el inicio y finalización de las obras, al no ser necesario el traslado de maquinaria y personal; y, por último, se contribuye a resolver la demanda de trabajo del sector de la construcción.

La resolución del concurso depende del Consejo de Administración. Los pliegos con las propuestas presentadas podían ser examinados por el Comité de Gerencia de la ENCASO o por el Director de la Sección, quienes presentaban la más favorable al Consejo. Éste resuelve generalmente en favor del contratista más ajustado a las condiciones económicas de las bases del concurso. Como normalmente las propuestas solían superar el presupuesto aprobado, se elige casi siempre la más barata de entre ellas o se revisa a la baja el presupuesto.

Los contratistas quedaban obligados por un contrato privado y a lo largo de la construcción se vigilaban que los aspectos técnicos y cualitativos de la obra se ajustasen al proyecto. Por último, una vez finalizada la obra, la Oficina Técnica de Construcción Civil proponía su liquidación. Una vez examinada la propuesta por la Oficina de Inspección y los Servicios Económicos, se procedía en dicho sentido.

Elección y compra de terrenos

La elección de los terrenos solía confiarse al responsable de la Refinería, quien, tras realizar las primeras gestiones con los propietarios, presentaba la propuesta y el presupuesto al Consejo de Administración. No obstante, en los primeros momentos la elección fue determinada por los más altos responsables, el presidente de la ENCASO; Joaquín Planell, e, incluso, el mismo presidente del I.N.I., Juan Antonio Suanzes, de acuerdo con la mentalidad presidencialista imperante en ambos organismos.[16]

Su elección está condicionada por dos factores fundamentales: la proximidad a la entrada de las instalaciones y su horizontalidad, para reducir al mínimo los movimientos de tierras. En cuanto al precio de los mismos, tiene una importancia secundaria, por cuanto que la Empresa dispone, desde su creación en 1942, del derecho a la expropiación forzosa de los terrenos que considere necesarios para sus intereses.[17] No obstante, se tiene también muy presente que «aunque siempre es recomendable el mayor cuidado a fin de conseguir precios equitativos y evitar perjuicios económicos a la Empresa, . . . no es conveniente tampoco extremar los esfuerzos a fin de conseguir rebajas, pues debe tratarse de evitar crear descontentos» (ENCASO. Acta nº 7) y, por otra parte, el recurso a la expropiación suponía largos procesos judiciales y demoras que la Empresa trató siempre de evitar.

Proceso de construcción y dificultades

Al igual que la concepción del Poblado, su construcción va a estar estrechamente vinculada al desarrollo de los planes industriales. Se va a desarrollar entre los años 1946 y 1963, distinguiéndose dos etapas: una entre 1947 y 1957 en la que se llega rápidamente a 224 viviendas y otra entre 1958 y 1963, en la que se llega a las 448.

La construcción de los edificios de servicios suele ir retrasada con respecto a la de las viviendas, llevándose a cabo cuando el volumen de habitantes lo hace estrictamente necesario y comenzando por las necesidades más básicas: Economato, Residencias, Escuelas y Capilla. Generalmente se recurre inicialmente a instalaciones provisionales, que a medida que van siendo deficitarias se van ampliando o se van situando en edificios propios.

La construcción se desarrolla a pesar de grandes dificultades de todo tipo.[18] Destacan, en primer lugar, por su carácter general, extensible a toda la actividad constructiva en España, los problemas para el suministro de materiales de construcción, desde ladrillos, arena o yeso hasta materiales intervenidos, especialmente el hierro y el cemento,[19] a pesar de las gestiones realizadas ante los más altos organismos oficiales, como la Delegación Oficial del Estado en la Industria Siderúrgica (D.O.E.I.S.) o la Delegación del Gobierno en las Industrias de Cementos,[20] lo que obligaba a la ENCASO a recurrir a soluciones como transportar los suministros por sus propios medios, proporcionar a las fábricas suministradoras carbón en los viajes de vacío o fabricar sus propios sacos de papel.

En segundo lugar, los retrasos en la llegada de los suministros industriales importados, debido a la situación de guerra mundial, que obligan a reducir los ritmos de trabajo o a prescindir temporalmente del personal contratado. O las constantes restricciones eléctricas, consecuencia de la escasez de suministro. O los problemas de transporte, derivados en muchos casos de la falta de neumáticos (I.N.I. *Resúmenes,* ENCASO. Acta nº 101). O, finalmente, los problemas para obtener mano de obra, debido a las dificultades para el abastecimiento de víveres, por lo que hubo que recurrir a la rápida constitución de un economato para los trabajadores.[21]

En este sentido, las quejas de la Empresa serán constantes,[22] lo que constituye un reflejo de la negativa situación del sector de la construcción en la España de los años 40, incluso cuando se trata de empresas de carácter «nacional».

Caracteres urbanísticos y arquitectónicos del Poblado

Sus caracteres urbanísticos y arquitectónicos están claramente definidos, de acuerdo con un modelo único, válido para otras actuaciones similares de la ENCASO.

En relación con el urbanismo, el Poblado constituye un «polígono»,[23] de dimensiones medias, con una relación ambigua con las poblaciones cercanas, pues aunque se construye en sus proximidades, lo hace con una voluntad expresa de no integrarse en las mismas, manifestando un carácter cerrado respecto del entorno urbano y social.

Otros caracteres formales son: la jerarquización, traduciendo urbanísticamente el complejo escalafón laboral de la Empresa; la eliminación de la manzana cerrada, sustituida por la edificación abierta y discontinua; la arquitectura unificada, con series de viviendas de la misma tipología; la importancia de las zonas verdes, tanto de uso público como privado; y la variedad de usos del suelo, pues además del espacio edificado para viviendas, que ocupa la mayor parte de la superficie, ofrece toda una multiplicidad de servicios que lo convierten en una entidad autosuficiente en la mayoría de los aspectos de la vida.

Son todos ellos caracteres que ya habían sido planteados y aplicados por la cultura urbanística de preguerra, tanto en España como, sobre todo, en los países más avanzados industrialmente, por lo que desde el punto de vista urbanístico asistimos a un proceso de apropiación de numerosas propuestas previas, de distintas procedencias ideológicas, geográficas o políticas, que tiene que ver fundamentalmente con los paradigmas modernos de la descentralización (la ciudad jardín, las propuestas orgánicas o las propuestas autoritarias alemanas e italianas) o con el de la innovación (el funcionalismo del Movimiento Moderno).[24]

En este sentido, el Poblado no supone ninguna aportación en relación con la búsqueda que anima la actividad teórica de determinados sectores oficiales, e incluso profesionales, vinculados al nuevo Estado, principalmente falangistas, de una nueva ciudad, la «ciudad del Movimiento», alternativa a la ciudad li-

beral. Ni se establece tampoco relación con las aportaciones teóricas del urbanismo español de posguerra, representadas por César Cort, Pedro Bidagor o Gabriel Alomar, pues la inexistencia de una política urbanística estatal limita estos planteamientos a aportaciones personales desconectadas de la práctica de los organismos constructores, tanto públicos, como privados, condicionados por la necesidad de construir grandes volúmenes de vivienda.

Desde el punto de vista arquitectónico podemos destacar, en términos cuantitativos, algunos edificios a los que se confiere un carácter representativo, como la Iglesia o las Escuelas, situadas estratégicamente donde pueden producir un efecto más escenográfico, actuando a modo de hitos de referencia visual en el conjunto del Poblado. Y en términos cualitativos, no suponen ninguna aportación al pretendido estilo «nacional», reivindicado por los mismos sectores antes mencionados. Así, se caracterizan por su sencillez estructural, destacando por la pureza de líneas y la nitidez de volúmenes. Y en cuanto a sus caracteres estilísticos son el resultado de la mezcla heterogénea de los estilos históricos (el barroco), con caracteres populares y, finalmente, elementos tomados de la tradición local. Así, se adopta lo que se considera como «estilo levantino», concretado en el recurso a paramentos blanqueados, contrastando con los tejados y elementos decorativos de ladrillo; la disposición de pérgolas para tamizar la luz; y la vegetación de los jardines. Respecto de los materiales, se utilizan cimientos de mampostería, con enrase de hormigón; ladrillo con mortero de cemento para paredes y tabiques; hormigón cerámico armado para el forjado de los pisos; teja, tanto plana como curva, para las cubiertas; entramados de vigas de hormigón y listonajes de madera o sollado de cañizo; solería roja en las casas modestas y mosaico hidráulico en las restantes para los suelos; yeso en los enlucidos interiores y mortero hidráulico en los exteriores; y carpintería de madera con persianas.

Y respecto de la vivienda, el contexto de la época viene caracterizado por tres aspectos: los intentos de resolver el elevado déficit, a través de una amplia producción legislativa; la importancia atribuida a las consideraciones higienistas; y la búsqueda de un estilo propio, entroncado en la tradición y adaptado a los condicionantes físicos locales.

En relación con el primero de estos aspectos, la actuación de la ENCASO es una buena muestra de la gravedad de la situación, pues la Empresa debe plantearse como primera medida, previa al inicio de la actividad industrial, el ofrecer viviendas a sus trabajadores, condición necesaria para poder contar con el personal cualificado que necesita. Sin embargo, en ningún momento se plantea la posibilidad de ofrecer alojamiento a todo el personal, sino sólo para una reducida minoría, a la que se distingue de esa manera, por lo que, una vez superadas las necesidades iniciales de mano de obra, la proporción entre trabajadores y número de viviendas fue aumentando progresivamente a lo largo del tiempo.

Y, por otra parte, esta actuación es también un ejemplo de los negativos efectos secundarios derivados de la desvinculación entre la política industrial y la política urbanística y de vivienda. Así, la Empresa acaba contribuyendo, paradójicamente, a agravar el problema de la vivienda en las localidades vecinas, convertidas en focos de procesos inmigratorios, atraídos por las nuevas posibilidades laborales que se ofrecen.

En cuanto al segundo aspecto, las viviendas del Poblado superan ampliamente los estándares oficiales. La vivienda tipo del I.N.V. de 58 m^2 de superficie, con cocina-comedor, 3 dormitorios y retrete es sustituida aquí por una gran variedad de tipos y subtipos de viviendas unifamiliares, en función de la categoría laboral a que se destine la vivienda. Y en todas ellas encontramos unas condiciones ampliamente superiores: en la importancia atribuida a los servicios higiénicos; en el cuidado de la orientación de las dependencias; en la disposición de elementos suficientes para asegurar la separación generacional y de sexos; en la amplitud de las zonas libres privadas. Caracteres todos ellos que permitirán al nuevo Estado publicitar este y otros Poblados como ejemplos de la nueva España.

Y en relación con el tercero, la búsqueda de un estilo, no se contribuye en modo alguno a la definición de un estilo de vivienda propio. En este sentido, el único factor determinante de las tipologías es el jerárquico con tan sólo algunas concesiones superficiales a lo local.

Por todo ello, el carácter que mejor define la actuación urbanística y arquitectónica de la ENCASO es el de continuidad con los planteamientos previos, incluyendo aquí toda una serie de influencias de diversas procedencias: desde la Ciudad Jardín hasta las propuestas orgánicas o autoritarias, pasando por las

derivadas del Movimiento Moderno, paradójicamente al amparo de la iniciativa de uno de los organismos más importantes y significados de la España de la Autarquía. La falta de definición de un modelo alternativo determina que su arquitecto, formado, como ya he señalado, en la cultura académica de preguerra e inmerso en las exigencias de la inmediata construcción, no tengan tiempo para inventar estilos y adopte una esencial continuidad con los planteamientos anteriores a la Guerra Civil.

La mayor originalidad del Poblado radica en el modelo social a que responde. Este se constituye como un microcosmos autosuficiente, en el que todas las necesidades de sus habitantes, tanto materiales como espirituales, pueden ser satisfechas, en unas condiciones mucho más favorables que en las localidades vecinas. Así, todos sus habitantes tienen resuelto el problema del alojamiento, ya fuese en vivienda unifamiliar o en las Residencias para personal soltero o llegado sin familia; el suministro de productos básicos, a través del Economato; la atención sanitaria, por medio de la Clínica de la Empresa; la atención religiosa, con su propia Iglesia, o las necesidades culturales, de ocio y deportivas, en sus completas instalaciones.

Este microcosmos está sometido a unos rigurosos principios. En este sentido, destaca el omnipresente sentido jerárquico, traduciendo a caracteres visibles el reglamentado escalafón que rige la vida laboral de sus habitantes, hasta el extremo de interferir en las relaciones personales de los mismos, que se producen únicamente en horizontal, dentro de los estrictos límites de cada categoría, mientras que las relaciones entre miembros de distintas categorías tienen carácter excepcional y no son aceptadas socialmente.

Por otra parte, se pretende que sea un sistema autorreproducible, a través de la organización de un sistema educativo propio, que abarca toda la vida escolar de los hijos de los trabajadores y les orienta para que en el futuro puedan sustituir a sus padres y madres, respectivamente, en sus mismos quehaceres, casi al modo estamental.

Un microcosmos concebido además con carácter ejemplar, modelo de una nueva sociedad, en un nuevo Estado, en el que no existiesen, por no ser posibles, los conflictos de clase. En esto incide la política de colaboración con las fuerzas de poder tradicionales (sector religioso, fuerzas de orden público, autoridades locales), contribuyendo, desde su ámbito de influencia, al reforzamiento del orden implantado con posterioridad a la Guerra Civil.

NOTAS

1. El Consejo de Administración de la ENCASO, formado generalmente por entre 10 y 12 miembros, contó siempre con una fuerte representación militar, en torno al 40% del total, procedente de los cuerpos técnicos del Ejército, principalmente Artillería e Ingenieros.
2. Tal y como se indica en la Orden reservada de la Presidencia del Gobierno de 25 de abril de 1942, depositada en AHINI. ENCASO. Caja 156.
3. Así, la falta de un muelle apto para el atraque de barcos obligó a retrasar el montaje de tuberías de la Refinería, a la espera de la construcción de un espigón de madera. Véase I.N.I. *Resúmenes,* ENCASO. Acta nº 101.
4. Especialmente el hierro, lo que motivaba las quejas del director de la Refinería, a comienzos de 1944, explicando que, como consecuencia de estas dificultades, la obra terminada a finales de año no llegaría al 40%, cuando se había previsto llegar al 80%. O también, por ejemplo, la falta de neumáticos para los camiones de transporte. Acercad este tema puede verse ENCASO. Acta nº 22 y Acta nº 37.
5. A pesar delas optimistas previsiones iniciales, los trabajos llevados a cabo en zonas próximas por la Mancomunidad de Canales del Taibilla, así como en los talleres de construcciones navales militares ocupaban prácticamente a todo la mano de obra disponible. Por otra parte, la falta de víveres y suministros dificultaba la contratación de personal de localidades más alejadas. En este sentido, la ENCASO tuvo que recurrir a transportar obreros en sus propios camiones y se llegó incluso a plantear un acuerdo con la Explotación de Ferrocarriles del Estado para organizar un servicio diario entre Cartagena y la cercana estación de Alumbres, pero la entrada en funcionamiento del Economato lo hizo innecesario (ENCASO. Acta provisional nº 3 y Actas nº 1, nº 11 y nº 13).
6. Tras las gestiones previas con Socony Vacuum, Standard Oil New Jersey y Caltex (integrada por la Standard Oil of California y la Texas Company), sólo esta última aceptó tener una participación accionarial minoritaria, del 24 %, aunque imponiendo una serie de condiciones fiscales y comerciales sumamente ventajosas. A favor de la Caltex contaba, además, el hecho de haber suministrado petróleo al ejército sublevado durante la Guerra Civil española. (I.N.I. *Resúmenes,* ENCASO. Acta nº 120; I.N.I. *Resúmenes,* REPESA. Acta nº 1).
7. De la consulta de las publicaciones de la Hermandad Nacional de Arquitectos y del Consejo Superior de los

Colegios de Arquitectos de España se deduce que su fallecimiento debió producirse entre 1985–86 y 1991, pues mientras que en la relación alfabética del primer año aún figura, no ocurre así en la de 1991.

8. Aunque nacido en Vélez-Blanco (Almería) su padre era natural de Torroja (Barcelona). Puede verse su expediente académico en A.G.A. Legajo 7721–29.
9. Para su preparación José Blasco realizó, por cuenta de la ENCASO, un viaje a Suiza entre noviembre y diciembre de 1946. Por otra parte, la preparación del viaje es sumamente ilustrativa del complejo proceso burocrático que suponía salir de España en aquellos años: solicitud, justificada, de pasaporte; autorización de cruce de fronteras; y petición de moneda extranjera, todo ello con la intervención del I.N.I., la ENCASO, el Gobernador Civil, el Ministerio de Asuntos Exteriores, la Presidencia del Gobierno y el Instituto Español de Moneda Extranjera. Véase el intercambio de escritos entre estos organismos en AHINI. ENCASO. Caja 140.
10. Puede localizarse la Memoria general del poblado de Escombreras en el A.G.A. Sección de Industria.
11. Sobre límites presupuestarios de las viviendas protegidas véase:

    Ley de Jefatura del Estado de 19 de abril de 1939 (B.O.E. nº 110, de 20 de abril) estableciendo un régimen de protección a la vivienda de renta reducida y creando un Instituto Nacional de la Vivienda. Artículo 17.

    Decreto del Ministerio de Trabajo de 8 de septiembre de 1939 (B.O.E. nº 275, de 2 de octubre) aprobando el Reglamento para la aplicación de la Ley de 19 de abril de 1939.

    Decreto del Ministerio de Trabajo de 25 de enero de 1941 por el que se dispone la revisión de los precios unitarios de las obras comprendidas en los proyectos aprobados por el I.N.V. con anterioridad a 13 de julio de 1940.

    Decreto del Ministerio de Trabajo de 23 de diciembre de 1944 (B.O.E. nº 11 de 11 de enero de 1945) por el que se dictan normas para la aplicación del apartado sexto del artículo 17 de la Ley de 19 de abril de 1939.
12. Tampoco debió ser indiferente en este cambio de mentalidad el hecho de que el Jefe de la Sección de Asuntos Sociales del I.N.I., de la que dependía la construcción de viviendas, Alejandro Rodríguez de Valcárcel, desempeñase simultáneamente el cargo de Secretario del I.N.V.
13. Para los aspectos legales, véase la Ley de Administración y Contabilidad de 1 de julio de 1911 (el capítulo V se reformó en Ley de 20 de diciembre de 1952) y la Ley de Jefatura del Estado de 26 de diciembre de 1958, sobre Régimen Jurídico de las Entidades Estatales Autónomas.
14. Las mayores ventajas del sistema de administración comienzan a percibirse a finales de 1946 (I.N.I. *Resúmenes . . .* , ENCASO. Acta nº 83).
15. Véase, a título de ejemplo, la «Relación de disposiciones oficiales que regulan salarios y precios, con indicación del periódico oficial en que han sido insertadas y la fecha de la inserción», en B.D.G.A. de marzo de 1949.
16. Son sumamente ilustrativos los escritos intercambiados entre Luis Vial y Juan Antonio Suanzes en octubre de 1942 (AHINI. ENCASO. Caja nº 172). A propósito de este tema, el presidente del I.N.I. se lamentaba de que «. . . desgraciadamente no puedo intervenir en los distintos asuntos en el grado y medida que me gustaría hacerlo . . .».
17. Decreto de Presidencia del Gobierno de 22 de enero de 1942 (B.O.E. nº 34, de 3 de febrero) por el que se encomienda al Instituto Nacional de Industria la organización de empresas de obtención de carburantes por destilación de pizarras bituminosas.
18. Para una descripción general de los problemas puede consultarse ENCASO. *Memoria* . . . 1948.
19. En 1948 la ENCASO se lamentaba de haber recibido sólo el 13% del hierro y el 56 % del cemento solicitados. En 1949 el porcentaje era del 27 y el 49%, respectivamente. ENCASO. *Memoria* . . . 1948 y 1949.
20. Creada por Decreto de Presidencia del Gobierno de 31 de diciembre de 1941 (B.O.E. nº 8, de 8 de enero de 1942) este último organismo tenía, entre otras, las funciones de «vigilar la producción . . . , velar porque las calidades del producto se ajusten a las características reglamentarias . . . , tomar las medidas necesarias para evitar la ocultación, acaparamiento y especulación de los productos . . . , asegurar el suministro de cementos a las construcciones de interés nacional . . .».

    Véase también la Orden de 15 de enero de 1942 (B.O.E. nº 18, de 18 de enero) de normas de funcionamiento de la Delegación del Gobierno en las Industrias de Cementos.
21. Son ilustrativas, entre otras, las quejas del Consejo de Administración en I.N.I. *Resúmenes* . . . , ENCASO. Acta nº 93 y Acta nº 94.
22. Es un tema en el que se insiste en todas las Memorias y Balances que se presentan ante la Junta General de Accionistas. Como, a título de ejemplo, en I.N.I. *Memoria* . . . 1943, 1944, 1945, 1946, 1947 y 1948.
23. En el sentido utilizado por Terán Troyano (1999).
24. De acuerdo con la terminología introducida por Sainz Gutiérrez, quien, siguiendo en este aspecto a Benedetto Gravagnuolo, plantea un esquema de la evolución del urbanismo moderno que contradice abiertamente la clásica de L. Benévolo y amplía la de F. Choay. Véase a este respecto Sainz Gutiérrez (1999).

Lista de referencias

Relación de abreviaturas utilizadas:

A.G.A.: Archivo General de la Administración.
AHINI: Archivo Histórico del Instituto Nacional de Industria.
B.D.G.A.: Boletín de la Dirección General de Arquitectura.
ENCASO: Empresa Nacional Calvo Sotelo.
I.N.I.: Instituto Nacional de Industria.

Referencias

AHINI. ENCASO. Correspondencia de Registro General del I.N.I. Cajas número 140, 156, 157 y 172.

ENCASO. *Actas del Consejo de Administración*. 1942 a 1954.

ENCASO. *Memoria y balance del ejercicio de . . .* Madrid. ENCASO. (Ejercicios de 1942 a 1967).

Flores Jiménez, F. 1966. Escombreras. *Temas españoles* nº 469. (Madrid: Publicaciones Españolas).

I.N.I. Empresa Nacional Calvo Sotelo. Refinería de Petróleos de Escombreras. *Revista de Información del I.N.I.* Nº 4. Abril.

I.N.I. 1941–1948. *Memoria del Instituto Nacional de Industria correspondiente al año . . .* Madrid: I.N.I.

I.N.I. 1946–1965. *Resúmenes de Actas de Empresas en que participa. ENCASO.*

I.N.I. 1949–1965. *Resúmenes de Actas de Empresas en que participa. REPESA.*

Moradiellos, E. 1999. Postdam, 1945: El franquismo en entredicho. *Claves de Razón Práctica*. 92, Mayo.

Sainz Gutiérrez, V. 1999. *La cultura urbana de la posmodernidad. Aldo Rossi y su contexto*. Sevilla: Ediciones Alfar.

Schwartz, P. y M. J. González. 1978. *Una historia del Instituto Nacional de Industria (1941–1976)*. Madrid. Tecnos.

Terán Troyano, F. de. 1999. *Historia del Urbanismo en España. Volumen III: Siglo XIX y XX*. Madrid: Cátedra.

Construcción, ruina, reconstrucción y conservación de la iglesia del Monasterio de San Millán de la Cogolla de Yuso (La Rioja)

Begoña Arrúe Ugarte
Óscar Reinares Fernández

El conocimiento de la historia del que fue Real Monasterio benedictino de San Millán de la Cogolla se ha incrementado en los últimos años con nuevos estudios a partir de ser declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1997. La mayoría de estos estudios han sido motivados por las tareas consiguientes de conservación y restauración de los dos edificios monásticos emilianenses, el de Suso y el de Yuso.[1]

Centrándonos en la iglesia del edificio de Yuso, no se ha podido conocer hasta el momento el autor de su traza, quien adoptó un modelo «hallenkirche» de gran envergadura (60 × 30 m aprox. sin contar la cabecera), que se presenta como pionero en el ámbito local por la cronología de la fábrica (h. 1504–1540), así como por el tipo de soporte cilíndrico liso en el que se enjarjan los nervios de las bóvedas de crucería que cubrían sus tres naves (fig. 1). En origen debió tener cabecera ochavada de cinco paños y un cuerpo de seis tramos, cuya longitud correspondería aproximadamente a un tercio de la anchura, siendo la nave central cuatro décimos de ésta y cada una de las laterales, tres décimos (considerando ejes de muros y pilares), sistema proporcional que se acerca al propuesto por Rodrigo Gil de Hontañón, conocido a través del tratado de Simón García (García 1681, cap. 2: f. 4). Este hecho y el derrumbe de su nave norte en 1595 nos conduce a plantear los problemas técnicos de la construcción del modelo, tan ventajoso económicamente y seguro en opinión de los arquitectos de la época como Juan de Rasines o el propio Gil de Hontañón (Moya 2000, 86–87 y 92). Por otro lado, la historia de su conservación nos ha permitido conocer las soluciones constructivas propuestas para devolverle la solidez que necesitaba, bien las no realizadas de nueva planta, bien las de reconstrucción con aprovechamiento de medios y partes conservadas. A ello se han unido últimamente los datos comprobados en el transcurso de las obras de restauración de las bóvedas de la nave y crucero. El conjunto de esta información se trata de sintetizar en la presente comunicación.

La construcción del siglo XVI

Es bien sabido en la actualidad que la construcción de la iglesia de Yuso estaba en marcha en 1504 y que la última piedra de sus bóvedas se colocó en 1540 (Peña 1972; Peña 1980; Moya 2000). Según los padres de la orden, la iniciativa se debió al abad Miguel de Alzaga (1500–1511), dado el mal estado de conservación de la fábrica medieval (Salazar 1607, cap. 12; Romero 18, 286).[2] Pese a no conocer el autor del proyecto, sí sabemos que la fábrica la dirigía en 1533 maestre García y que el abovedamiento de naves fue contratado en 1538 con Juan Martínez de Mutio (Moya 1980, 2: docs. 30 y 331). El primero todavía no identificado con seguridad, y el segundo, uno de los maestros vizcaínos más influyente en las construcciones religiosas de la primera mitad de siglo en La Rioja, que debió continuar trabajando en San Mi-

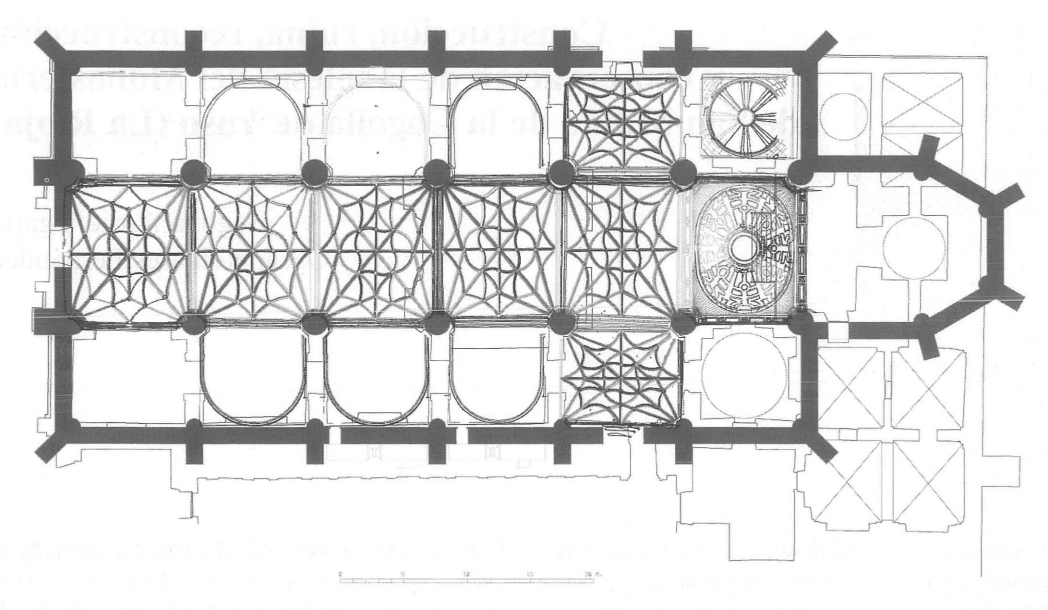


Figura 1
Igl.ª de S. Millán de Yuso. Reconstrucción hipotética de la planta original sobre la planta baja actual, con representación de las bóvedas de nave, crucero, presbiterio y capillas

llán en la ejecución de las bóvedas bajo el coro alto entre 1540 y 1549 (Moya 1980, 1: 44, 91, 95, 98–99; Moya 2000, 81).

Las bóvedas encargadas a Martínez de Mutio correspondían a los cuatro últimos tramos de las naves y en ellas debía imitar las tres capillas del crucero de la iglesia, diseñadas y realizadas con anterioridad a 1538. De estas bóvedas se conservan las correspondientes a la nave central, crucero y brazo sur de éste, y el examen que de ellas ha permitido la restauración confirma una ejecución diferente en las del crucero. En efecto, las bóvedas son copia de las precedentes pero con una labra menos elaborada en los nervios y claves. Además, y a partir del actual segundo tramo de la nave, en el encuentro de las crucerías con los arcos fajones y formeros, existen claves decoradas con motivos variados (rosetas, veneras, bustos humanos y ángeles alados), algunas tan singulares como el rostro de perfil de un hombre barbado (posible retrato de un maestro de la obra) o la curiosa figura frontal de un monje leyendo un libro (fig. 2).

El dibujo que trazan los nervios de la crucería en todas las bóvedas demuestra un afán de originalidad y complejidad por parte de su autor. Su identificación podría conducirnos a él pero no se ha encontrado ninguno semejante, siendo más común y difundido el que posteriormente se siguió en las bóvedas bajo el coro alto. Consiste en combados curvos que unen las claves de los arcos formeros y perpiaños con los nervios cruceros y terceletes, formando al exterior un octógono de lados cóncavos que enmarca dos conopios generados por otros combados que rodean la clave central, uno inscrito en otro en diferente sentido, en una combinación de líneas sinuosas de gran movimiento (fig. 3). Por la escritura de contrato sabemos que Martínez de Mutio tenía a su disposición moldes, uno mayor y otro menor, para utilizar en todos los arcos nuevos, formeros y perpiaños, conforme a lo ya enjarjado y con la misma moldura. Los cascos o plementería los construiría con piedra toba y del mismo grosor de los existentes, y en el ensamblaje de los nervios de la crucería utilizaría el sistema de cola de milano.

Una condición expresa se refería a la pintura de las bóvedas: «Yten que las dichas capillas las aya de luzir e pinçelar de blanco e negro por las juntas de las



Figura 2
Igl.ª de S. Millán de Yuso. Clave en la bóveda del tercer tramo de la nave

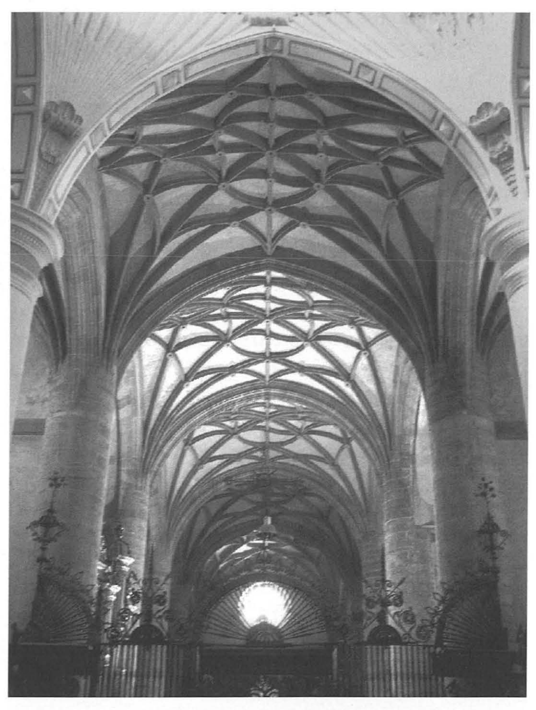


Figura 3
Igl.ª de S. Millán de Yuso. Bóvedas de la nave

piedras, ansy la canterya como los pilares torales y quel pinzel negro aya de llebar o llebe su cola» (Moya 1980, 2: doc. 331). Así se llevó a cabo, tal y como demuestra el análisis por cromatografía en fase líquida realizado durante las recientes obras de restauración, en el que se constata el empleo de cola animal como ligante orgánico del pincelado (fig. 4).[3] El frecuente pincelado de las plementerías, no lo es tanto cuando se ejecuta como en Yuso sobre las juntas de la propia sillería en pilares, arcos y crucerías. Lo cierto es que a estos pincelados no se les presta demasiada atención, tal vez por las dificultades de su conservación, pero no dejan de ser parte del acabado final de la fábrica y de la policromía del conjunto del espacio.

Tal vez por ello y porque las condiciones espaciales de la iglesia cambiaron considerablemente con el proyecto de reconstrucción, las plementerías de las primitivas bóvedas fueron enlucidas de forma unifor-

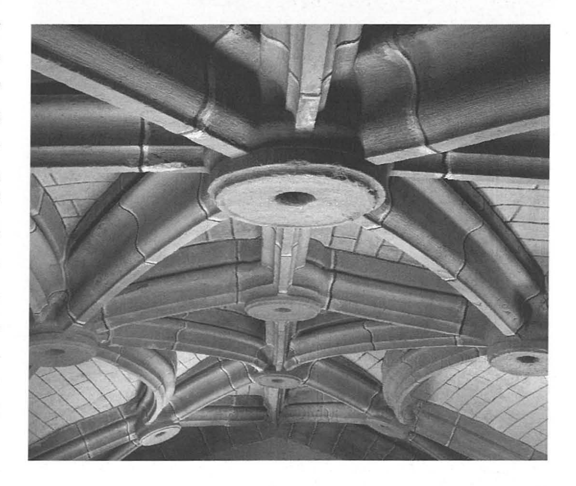


Figura 4
Igl.ª de S. Millán de Yuso. Detalle de bóveda del crucero después de su restauración (2003–2004)

me, ocultando los pincelados de sillería, no así los de arcos y crucerías, cuyo despiece llegó a nuestros días. Hoy se ha podido confirmar que bajo el enlucido azul que mostraban, los cascos habían recibido anteriores blanqueos tras los que permanecía oculto parte del pincelado en blanco y negro de su fingida estereotomía (fig. 5).[4] Al desvelar el aspecto original de las bóvedas, descubrimos otra variación introducida por Juan Martínez de Mutio y que no constaba en ninguna condición contractual: las dimensiones del pincelado original del crucero remarcaba los plementos en piezas de 10 × 55 cm, siguiendo el sistema de la escuela francesa,[5] mientras que Martínez de Mutio ejecutó despieces del mismo modo pero con dimensiones de 14 × 59 cm, al menos en las cuatro bóvedas conservadas de la nave central.

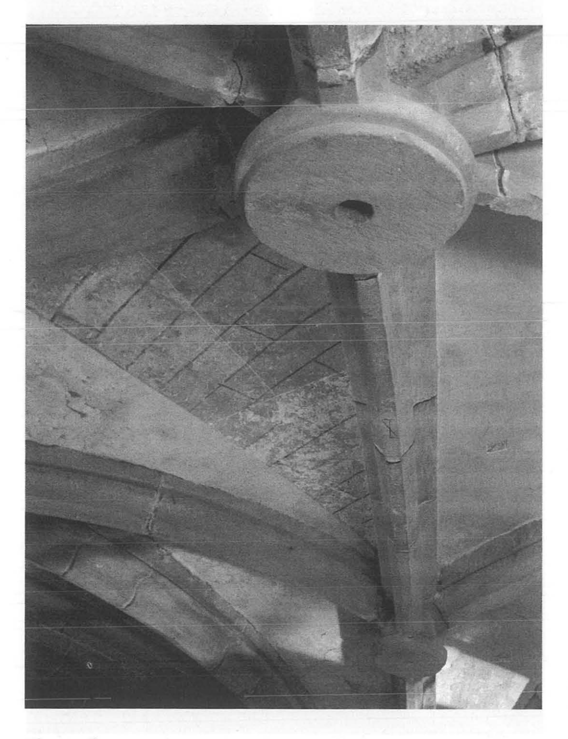


Figura 5
Igl.ª de S. Millán de Yuso. Detalle de pincelados y enlucidos de las bóvedas durante las obras de restauración (2003–2004)

La ruina

El padre Salazar dejó escrito en 1607 que poco después de fundarse la iglesia comenzó a resentirse su estabilidad, lo que se evidenció en casi toda la nave de San Pedro o colateral norte, cuyo abombamiento al interior llegó a ser en algunas partes de más de una vara (835,9 mm). El peligro fue creciendo y tuvo que ser apeada por dentro, permaneciendo así durante muchos años (Salazar 1607, cap. 5). Se constata un apeo en 1585 encargado al maestro de cantería Juan de Zubiauz, que debió incluir un paso protegido de madera a lo largo de toda la nave (ASM 1585, f. 11v.–12v.). Un proyecto de apeo de las naves central y norte, datado en 1589, realizó el ingeniero italiano Giovanni Vincenzo Casale, llamado a la Cogolla para dar su parecer sobre la iglesia cuando trabajaba para Felipe II en El Escorial. Además, elaboró dos trazas en las que proponía sendas iglesias de carácter clasicista, de una nave con capillas entre contrafuertes, amplia nave de crucero destacada en planta y cabecera profunda de testero plano, flanqueada por capillas o dependencias a ambos lados, ocupando toda su longitud (Bustamante y Marías 1991, C152–154). Esta transformación del espacio de la primitiva «hallenkirche» ya ha sido comentada por otros autores (Moya 2000, 83–85; Peciña 2000, 257–258) y, aunque no se llegó a realizar, sin duda, sirvió de pauta para los trabajos de reconstrucción que se hicieron después.

El proceso de las obras necesarias de reparación o derribo se inició en mayo de 1595. Las condiciones constructivas las elaboran Juan de Ribero Rada, vecino de Salamanca, Pedro de la Torre Bueras, residente en Burgos, y Juan Pérez de Solarte, hijo del que fue oficial de Martínez de Mutio y construyó el claustro bajo del monasterio entre 1549 y 1561, continuando la labor de su padre en otras dependencias monásticas, entre ellas las de la sacristía y claustro alto, trazadas por el italiano Andrea Rodi. En el mes de junio se inició el remate, al que se presentaron estos maestros y también Francisco de Odriozola, cantero de las obras del monasterio de Santa María la Real de Nájera (ASM 1595, f. 52r.–53r., 54r.–61v.). El proceso quedó interrumpido por la ruina de la fábrica los días 3 y 10 de julio, según el relato del padre Salazar que recogerán posteriormente los padres Mecolaeta y Romero con alguna variante (Salazar 1607, cap. 5; Mecolaeta 1724, 145–146; Romero 18, 401). Al parecer,

ante la caída de piedras grandes, los oficiales resolvieron deshacer la viguería de la nave central para evitar el derrumbe del tejado sobre las bóvedas. Hecho esto, el mismo día, al tiempo que los monjes entraban en el coro alto, se cayeron tres bóvedas con el muro, quedando muy resentida la cuarta capilla y el estribo entre ésta y la tercera que, finalmente, también se arruinaron. Al margen de precisar si la última bóveda en desplomarse fue la de los pies o la más próxima al crucero, la fábrica cayó hacia fuera, sin dañar los pilares, pese a la deformación que presentaba el muro hacia el interior (fig. 6).

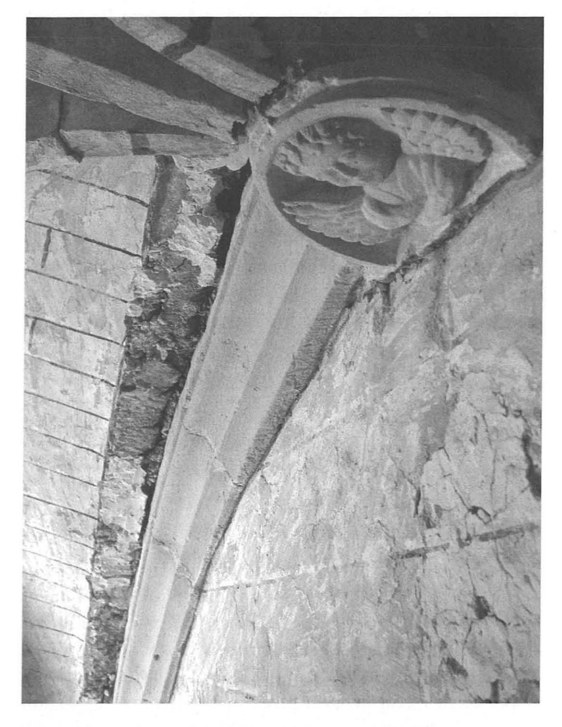


Figura 6
Igl.ª de S. Millán de Yuso. Detalle de la incidencia de los desplomes del muro norte en las bóvedas de la nave central

Teniendo en cuenta que la esencia de la construcción como disciplina es la consecución del equilibrio mediante la ordenada disposición de acciones y reacciones confrontadas, es claro que la pérdida de equilibrio fue el detonante de la grave ruina que sufrió la iglesia de Yuso. Sin embargo, resulta más complejo establecer la razón primera de aquella catástrofe. Fray Lorenzo de San Nicolás dirá: «De dos causas resultan los daños en las fábricas, y aunque otros dan muchas, solo hallo que sean dos. La una es de parte del Artífice, por no estar bien experimentado. La otra es de parte del tiempo» (San Nicolás 1796, cap. 68). Si tenemos en cuenta lo dicho por el padre Salazar, debemos descartar la influencia del paso del tiempo en la inestabilidad de las fábricas pues éstas ya dieron muestras de debilidad antes de que se cerraran las bóvedas. Las deformaciones que se describen en su crónica podrían corresponder al efecto de un fallo de cimentación del muro norte y sus estribos, combinado con el desplazamiento que debió sufrir la cabeza del muro como consecuencia de los importantes empujes horizontales a la altura de las bóvedas y con una, más que probable, debilidad dimensional y constructiva de los muros y contrafuertes. Durante los estudios previos realizados con anterioridad al inicio de las recientes obras de restauración de la iglesia se pudo comprobar que el perfil del terreno donde se cimenta el edificio consiste en un nivel de 4 m de profundidad de relleno heterogéneo, bajo el cual existe una capa de espesor variable con matriz arenosa-limosa (donde en realidad se apoya la iglesia) y, finalmente, en torno a los 6,5–9 m de profundidad, una roca limolítica-arcillosa rojiza con bajas propiedades geomecánicas.[6] Es verosímil pensar que el muro norte pudo sufrir asientos originados por el colapso de las arenas como consecuencia de las sucesivas inundaciones sufridas desde el inicio de las obras o, incluso, por fenómenos vibratorios derivados de movimientos sísmicos cuya implicación en la ruina final no hemos llegado a descartar.[7]

El colapso de la nave norte motivó la reanudación a mediados del mes de julio de 1595 del remate de las obras de reedificación y reparo de la iglesia, en las que se incluía torre y portada, y su adjudicación final a Juan Pérez de Solarte y Pedro de la Torre Bueras (ASM 1595, f. 62r.–69r.). Como es sabido, estas obras, aunque se iniciaron, fueron paralizadas en 1596, con la consiguiente anulación del contrato de mutuo acuerdo, por considerar conveniente la búsqueda de una solución mejor (Calatayud 1991, 2: doc. 532). No obstante, las repetidamente citadas 47 condiciones constructivas de este proyecto de las que habla el padre Peña (Peña 1972, 122), han podido ser comprobadas en los legajos del archivo del monaste-

rio y, no pudiendo ser expuestas aquí por su prolijidad, merecen ser destacadas en algunos aspectos técnicos. El número total es 49, de las que 43 fueron firmadas por Juan de Ribero Rada y los adjudicatarios, y las restantes, referidas a la zona occidental y torre, sólo por éstos últimos; es de lamentar que no se conserve la planta a la que hacen referencia (ASM 1595, 54r.–61v.).

En la primera se expone como solución principal para dotar a la fábrica de mayor firmeza la de acortar su longitud: «todo el largo que tiene la capilla mayor ahora y la capilla de la torre vieja con la capilla de san Pedro, como muestra la planta». La cabecera quedaría trasformada al convertir el espacio del presbiterio en capilla mayor flanqueada por otras dos de menor altura, comunicadas con él mediante arcos, sirviendo la norte de capilla para los Cuerpos Santos y reliquias (actual de San Agustín), y la sur de antesacristía (actual de San José). Dos estribos servirían de refuerzo a la sacristía y otro contrarrestaría la diferencia de altura entre ésta y la nueva capilla mayor que también se recalzaría. Los derribos afectarían a la primitiva, sus anejas del norte, las dos paredes traviesas de la cabecera, el muro norte completo y la capilla baja del coro correspondiente al mismo lado. Todas las partes hundidas y derribadas se reconstruirían con las mismas medidas y bóvedas de igual orden y montea. Previamente se fortalecerían los apeos existentes y se cimbrarían las bóvedas para poder desbaratarlas a mano y guardar la piedra.

Las condiciones hacen hincapié en la cimentación que en el testero de la capilla mayor y las paredes de la nave norte tendría la misma profundidad que la de los pilares torales y un grosor de algo más de 2,5 m, decreciendo con retallos de la superficie arriba hasta 1,96 m en la primera y desde 2,1 a 1,96 m en las segundas; las otras paredes de la cabecera tendrían esta última medida de anchura en los cimientos y subirían desde 1,52 a 1,4 m. Curiosamente se apunta la solución que se construirá después, de convertir las naves laterales en capillas hornacinas, al proponer en la condición décima: «además de lo que se ha de haçer de salida para las medias columnas fuera de ellas se çimentará vna bara de salida hasta la superfiçe con otra bara de grueso porque si quisieren echar trabiesas para haçer las ornaçinas no lleguen a los çimientos de los medios pilares». Otras condiciones tratan del apeo de las naves mayor y sur, del sistema de desmonte de paredes y tejados, la naturaleza de los materiales, las canteras, el uso de los despojos, la buena ligazón de la fábrica vieja con la nueva y su mímesis, el enlucido y pincelado de las paredes nuevas, altares, gradas y otros pormenores contractuales. Los maestros proponían iniciar la obra con la fábrica de las tres paredes de la capilla mayor y la pared traviesa de la antesacristía, pues con ello se aseguraba mucho la iglesia, lo cual se haría de forma conjunta con la pared que se había desplomado.

La reconstrucción

Desde 1596 la iglesia del monasterio debió mantenerse en precario hasta que se abordó a mediados de septiembre de 1617 su definitiva reconstrucción, cuya historia nos ofrece una minuciosa relación de prescripciones constructivas. Los derrumbes no sólo habían afectado a las bóvedas de los cuatro tramos de la nave norte, sino que se extendían al primer tramo y cabecera, zona cuya reforma ya se había planteado en 1595. El trasmerano Francisco del Pontón Incera, al que se menciona como maestro de arquitectura, elaboró un primer proyecto con 13 condiciones y poco después, el 19 de septiembre, el vizcaíno Juan de Olate las revisó y aumentó, de acuerdo con el propio Pontón (ASM 1617, f. 49r.–53v.). En ellas Olate menciona el rasguño y capítulos que el abad fray Andrés de Arce le entregó del arquitecto real Francisco de Mora (†1610), y la planta y alzados realizados por Pontón, que sí eran válidos para el reparo de los edificios:

> Y digo yo Juan de Olate que su paternidad del señor padre abad me entregó vn rasguno y capitulado del dicho Francisco de Mora, que al tienpo que él bisitó la dicha obra estaba en pie sin se aber caydo cosa alguna, y ansí no trata enteramente de lo que agora es necesario se aga por cuya racón no es a propósito la traca y capitulado para el rremedio que agora conbiene se aga en la dicha yglesia. (ASM 1617, f. 51).

Desconocemos el proyecto de Francisco de Mora, pero tenemos que enmarcarlo entre los que debió solicitar el convento con anterioridad a los derrumbes de 1595, como el del italiano Casale. Sin duda, todos fueron tenidos en cuenta en el aceptado de Pontón y Olate, al que el convento añadió otras 38 condiciones, procediendo al remate de las obras el 18 de noviembre (ASM 1617, f. 55r.–63r). Adjudicadas en

principio por 25.100 ducados a la compañía de maestros trasmeranos formada por Juan de Solano Palacio, Pedro de Aguilera, Pedro de la Cuesta y el propio tracista Pontón Incera, a partir de 1619 fueron continuadas sólo por los dos últimos, desestimándose ese año una nueva postura presentada por Pedro de Ruiseco (ASM 1617, f. 65r.–76r.; ASM 1619, f. 29r–32v., 144r.–145v.). Las escrituras se multiplican a lo largo de los años con subcontratas de los trabajos, encargos de extracción de piedra, ejecución de caleras y ladrillos, detalles del estado de las obras y rectificaciones al proyecto inicial en 1619 y 1620. Trataremos de resumir los datos más significativos de la reconstrucción en relación con la minuciosa verificación de lo efectuado, condición por condición concertada, escriturada en septiembre de 1631 (ASM 1631, f. 176r.–186v.).

En primer lugar se derribaron las paredes norte y este de la iglesia, volviéndolas a edificar sobre cimientos profundizados hasta peña o tierra firme, con un grosor de seis pies (1,68 m aprox.). Aunque en principio el alzado de muros y torre se proyectó en mampostería con refuerzos de piedra labrada en esquinas, cornisas y ventanas, se decidió construir todo el edificio en sillería, así como el cuerpo de campanas, planteado anteriormente en ladrillo y con chapitel de hoja de plomo (todavía no concluido en 1631). Fue en diciembre de 1619 cuando se estableció disponer en la sillería tizones de un mínimo de tres pies, pero preferentemente los de tres pies y medio, o cuatro (entre 0,84 y 1,12 m aprox.), cada seis de altura, que serían en cada hilada y al menos hasta los quince o dieciséis de altura del muro (sobre 4 ó 4,5 m), según las condiciones de 1620 (ASM 1619, f. 152r.–157v.; ASM 1620, f. 72r.–73v.). Expresamente se prohibió el aprovechamiento de materiales en la fábrica nueva, puesto que los maestros atribuían parte de la ruina a «ser salitrosa alguna parte de la piedra y cal» utilizada en la anterior. Así mismo, se obligó a la perfección de la obra de mampostería, «debastando las aceras» o paramentos, y al uso de un mortero de dos partes de arena y una de cal, mezclado y amasado ocho o seis meses antes de su aguado, mezcla que se prescribió a partes iguales en 1619.

En cuanto al abovedado, se siguió a Pontón, manteniendo las bóvedas de crucería conservadas de la nave mayor, en las que se repararían algunos terceletes y rampantes hundidos, enrasándolos bien con su cal. Sobre el crucero y capilla mayor se dispuso una cúpula, que no creía conveniente Olate por asentarse el edificio sobre «tierra montanosa y úmeda» y tener suficiente luz el templo.

Respecto a las naves colaterales, Pontón sólo rebajaba la altura de las del norte y Olate lo extendió a las del sur, con sus correspondientes tejados, dando mayor coherencia al conjunto. Sus bóvedas (de horno sobre pechinas en los esquinazos) apearían en paredes transversales de un grosor aumentado en 1619 de cuatro a seis pies. Este sistema de contrafuerte entre los pilares exentos y el muro perimetral, que se había iniciado en parte, daría lugar a capillas hornacinas, en un principio planteadas cerradas y finalmente comunicadas entre sí mediante arcos (fig. 7). Olate lo detalla de esta manera:

> Nobena condición se goarde con que la obra aneja a las colunas del suelo arriba subirá de buena piedra vna bara y lo demás será de ladrillo, y para más seguridad se arán los cimyentos de coluna a coluna asta los allar firmes con dos pies más ancho que las pilastras, los quales cimyentos se renchirán de buena piedra y cal. Y por quanto en la planta y alcados de las ornecinas se muestra que los arcos mayores de las colaterales tienen de ancho beynte y quatro pies, conbiene no tengan más de beynte y dos. Otrosí como por la planta se muestra ay paso y entrada de vna ornecina a otra por un lado y tiene quatro pies y no más, conbiene que sea de diez pies con el alto necesario, cuyo grueso se ará en medio de las dichas ornecinas. Y en quanto lo que dice la condición, se guardará el sesto capítulo los pies derechos o pilastras que se an de subir arrimados a las colunas y pilares, se asentarán los ladrillos con buena cal asta las ynpostas, y los arcos y bóbedas, ynpostas y cornysas, se asentarán los ladrillos con buen yelso (ASM 1617, f. 51r.–53v.).

Todavía no se habían construido en 1631 las bóvedas colaterales, pero entonces ya se indicó cómo debía ser su acabado, así como el entablamento de orden corintio que debía correr por encima de todos los arcos de la nave central. Fue en el contrato de 1633 con el maestro de obras de la catedral de Calahorra Juan de Urruela, cuando se detalló el modo de hacerlo:

> Yten es condiçión que en las colunas que al presente están en dicha yglesia, correspondientes a la nave principal y en su cruzero, se ayan de haçer veinte capiteles corintios, sobre los quales se aya de forxar y correr alrrededor de la naue prinçipal y cruzero de dicha yglesia, un alquitraue, frisso y cornixa de dicho orden corintio.
> Yten es condición que las capillas de dichas colaterales se ayan de çerrar todas ellas de dos falfas de ladrillo con

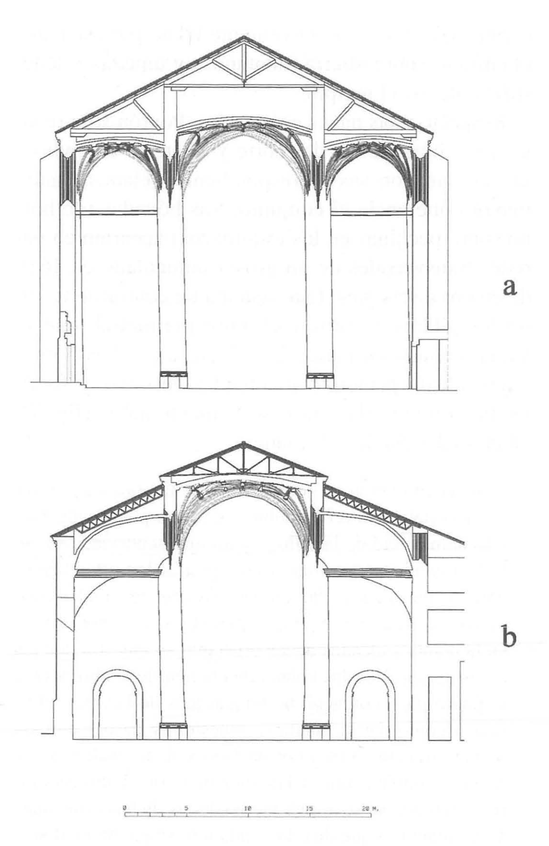


Figura 7
Igl.ª de S. Millán de Yuso. a) Reconstrucción hipotética de la sección transversal original por el primer tramo de la nave. b) Sección transversal actual por el segundo tramo de la nave

> vuelta vayda con sus faxas para cuyo eleximiento se correrá vna ynposta al pesso de los xarzamientos de dichas capillas y arcos, en conformidad de la traza (AHPLR 1633, f. 3r.–12r.).

También de ladrillo y yeso se reconstruirían las correspondientes al crucero y coro, con la misma crucería de las demás «y con el mismo color de piedra . . . y los capuchos blancos». Las comprobaciones de la restauración nos indican que así se hizo, a excepción del acabado de las plementerías de la bóveda del bajo coro norte en las que se imitó la piedra.

No se llevó a cabo la cámara bufa proyectada por Pontón, paralela a la pared norte, ni tampoco la segunda zanja añadida por Olate, que desde los pies de la iglesia se orientaría hacia el arroyo que bajaba del molino, lo que tal vez hubiera evitado los problemas de filtrado de aguas que se mantuvieron hasta el siglo XVIII. Esta construcción se describe así en lo capitulado por Pontón:

> Es condiçión que en el nibel de dicho cimiento se hará vna çanja a la parte del setentrión que tenga quatro pies de ancho, tan honda y larga como los çimientos del dicho edificio, en la qual canja se hará vna pared de dos pies de grueso arrimada al terreno, la qual dicha pared se ha de lebantar quatro pies de alto toda ella, ençima la qual se hará vna bóbeda contra la pared del templo de ladrillo y cal, a medio círculo tan larga como el dicho edifiçio, el qual andito a de seruir para que por él se purgue el agua que de los cerros baxare a ofender al dicho edifiçio, dándole su corriente de argamasa en el suelo, y para que por allí baya la dicha agua al oriente, todo lo qual es para la seguridad del dicho templo (ASM 1617, f. 49).[8]

Las condiciones añadidas por el convento respecto a los fundamentos, el refuerzo de la fábrica y el grosor de los muros, fueron derogadas, así como la que modificaba la ubicación de la torre a los pies, cuya construcción en la cabecera, tras el altar mayor, conforme a la traza de 1617, se volvió a acordar en junio de 1619 (ASM 1619, f. 122r.–123v.). Y fue en diciembre de ese año cuando se estableció el diseño definitivo del conjunto de la cabecera. Así, se concertó la edificación de una estancia al norte, en correspondencia con la de la sacristía al sur, por 400 ducados añadidos al precio contratado. Esta construcción, correspondiente a los espacios tras la actual capilla de San Agustín, se concretó en el convenio que firmaron los maestros en julio de 1620. En ella se abriría una puerta enfrente de la existente de la sacristía, sirviendo ambas de acceso a la capilla mayor. Así mismo, se levantaría un arco y bóveda para asiento del altar mayor, y en el espacio situado detrás, o planta baja de la torre, se dispondrían sendas puertas en los muros norte y sur. También se obligaban los maestros a abrir otra puerta al zaguán de la sala capitular (ASM 1620, f. 72r.–73v.). De este modo, se creaba una circunvalación entre las capillas laterales y sacristía, que rodeaba la mayor, pasando por el cuerpo bajo de la torre, donde por último se ubicó la capilla relicario, custodia y razón de ser de la edificación monástica desde su fundación en el siglo XI por el rey García de Nájera (1053).

Si el inicio de las obras se concertó en mayo de

1618,[9] en agosto de 1622 se procedió al peritaje de lo realizado por parte de los canteros vizcaínos Domingo de Alluitiz, Juan de Olate y, un tercer maestro arquitecto, Mateo de Astiazu (ASM 1622, f. 60r.–61v.). En dos extensos informes detallaron algunos aspectos de la obra y aprobaron, en general, lo construido hasta entonces, justificando la caída de una bóveda y el antepecho del coro durante el proceso constructivo, por razones de la ruina la primera y estar mal trabado el segundo, no siendo culpables los maestros (AHN 1622, f. 15r.–23r.). Éstos firmaron un nuevo convenio con el convento en 1626, para proseguir la fábrica de la zona norte, como la del sur, de modo que el tejado de las colaterales confluyese en una misma corriente con la central, y elevar al mismo nivel de ésta el crucero (ASM 1626, f. 9r.–10v.). Tras la revisión comentada del estado de las obras en 1631 y el contrato del acabado con Urruela de 1633, el abad Hernando de Amescua se vio obligado a paralizar los trabajos, que fueron reanudados durante el abadiado de su sucesor Miguel de Andueza (1637–1641), pero no por Urruela, que se desentendió del convenio, sino por el maestro arquitecto de Nájera Miguel Cenzano en 1639 (ASM 1639, f. 71 r.–72 v.). Finalmente, en marzo de 1642 el convento, liberado por la escritura de 1631 de construir la portada occidental que trazaran Pontón y Olate en 1617, contrató a los trasmeranos Pedro Ezquerra de Rojas y Francisco de la Iglesia para que la realizaran, siguiendo la traza de Juan Bautista de Velasco (ASM 1642, f. 34 r.–37 v.).

Por tanto, la reforma consistió en la transformación del modelo «hallenkirche» en una iglesia de una nave con capillas hornacinas profundas a menor altura comunicadas entre sí, crucero ligeramente acusado de la misma altura de la nave y cabecera rectangular. Ésta quedó configurada por un amplio presbiterio cubierto con cúpula, flanqueado por capillas bajas a ambos lados, abiertas a él y a la nave crucero, la capilla mayor de testero plano con acceso a la planta baja de la torre, o capilla camarín, situada tras él, y capillas al norte y sur completando el rectángulo. El mantenimiento de las crucerías del siglo XVI existentes y la no conclusión del proyectado enmascaramiento de yesería de orden corintio, interrumpido de forma brusca en los frentes de los pilares torales hacia el crucero, probablemente por razones económicas, podrían hacer pensar en un alejamiento de la concepción clasicista de los espacios resultantes tras la reconstrucción. Sin embargo, este clasicismo se observa en todo el perímetro exterior y convive de forma natural al interior con la rotunda espacialidad de la cruz del abovedamiento primitivo (fig. 8).[10]

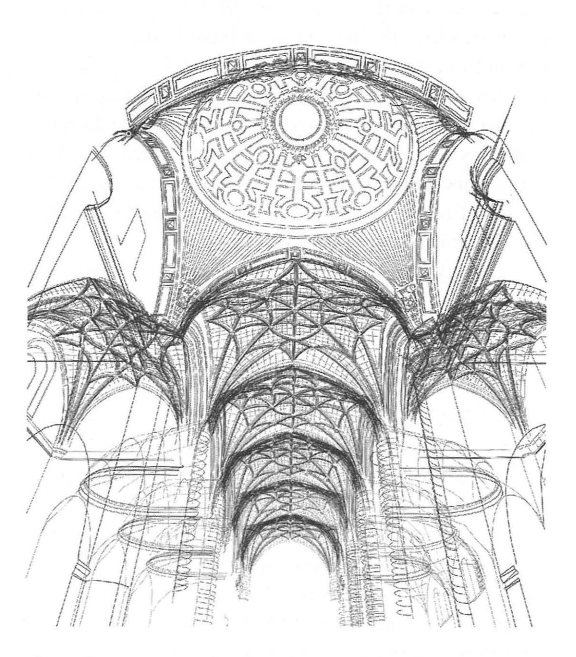


Figura 8
Igl.ª de S. Millán de Yuso. Perspectiva cónica del interior desde el presbiterio, a partir de modelo fotogramétrico en 3D (Leandro Cámara y Pablo Latorre)

La conservación

En 1665 se concluye el chapitel de la torre que supondrá la finalización del proceso de reconstrucción de la iglesia de Yuso. A partir de entonces se documentan contratos de ornato, amueblamiento y labores de conservación, siendo las principales las llevadas a cabo en 1750 consistentes en la reparación de la pared maestra de los pies y de la bóveda del coro alto, afectadas por la inestabilidad de esta parte del templo al ser insuficiente el contrarresto que proporcionaba la sencilla fachada de poniente.[11]

Las desamortizaciones que se suceden durante el siglo XIX implicarán el abandono intermitente del monasterio hasta que en 1879 se establece definitiva-

mente la orden de Agustinos Recoletos que acometerá las primeras obras de rehabilitación propiamente dichas, con arreglo de cubiertas y blanqueo de la iglesia entre otras.

Durante el siglo XX se intervendrá de nuevo a los pies de la iglesia, siendo en 1966 Manuel Lorente quien trasdose de hormigón la bóveda del coro, atirantando el arco formero septentrional y recalzando el muro y uno de los pilares. Tres años después, el mismo arquitecto sustituyó las cubiertas de la nave central y crucero por otras con estructura metálica sobre zunchos de hormigón en la coronación de los muros. En 1973, 1975 y 1978, Fernando Chueca completará la renovación de las cubiertas de la iglesia, torre y otras dependencias del monasterio. En 1983 y 1985 Manuel Manzano-Monis consolida la bóveda del crucero entre otras reparaciones urgentes y, finalmente, en 1997 Esperanza Rabanaque y Asociados actúan una vez más en los pies de la iglesia, con el cosido de las nervaduras de la bóveda del coro, la construcción de un nuevo forjado con estructura metálica y el recalce generalizado mediante pilotes de hormigón en masa.

En la actualidad se encuentran en curso de ejecución las obras de restauración de las bóvedas de crucería de la nave y crucero a las que nos venimos refiriendo, y que incluyen, además, la rehabilitación de cubiertas y la restauración de la pila bautismal románica y del basamento del pilar sur bajo el coro alto.

Notas

1. En 1997 la Consejería de Cultura del Gobierno de La Rioja adjudicó el Plan Director del monasterio de Yuso a los arquitectos Domingo García-Pozuelo y José Ignacio Rodríguez. El mismo año, el Instituto de Estudios Riojanos, bajo la coordinación de Ignacio Gíl-Díez, dedicó a ambos monasterios el número 133 de su revista Berceo y, en 1998, las Sextas Jornadas de Arte y Patrimonio Regional, a las que siguieron las Séptimas en 2000, sobre el pintor fray Juan Andrés Rizi (1600–1681), con importante obra conservada en el de Yuso, y al arte de su tiempo en La Rioja (Arrúe 2002; Reinares 2002). Entre 1999 y 2001 la Consejería de Cultura encargó los «Estudios Previos y redacción del proyecto de ejecución de refuerzo estructural y/o restauración de la iglesia de la Asunción de Nª Sª en el monasterio de San Millán de Yuso en San Millán de la Cogolla (La Rioja)», al arquitecto Óscar Reinares y un corpus de fuentes manuscritas a las historiadoras del arte Mª Jesús Martínez Ocio y Mª Cruz Navarro Bretón: «Estudio de fondos documentales relativos a los monasterios de Suso y Yuso en San Millán de la Cogolla». En 2003 se abordó el «Proyecto de ejecución de las obras de restauración parcial (Fase I) de la iglesia de la Asunción de Nuestra Señora en el monasterio de San Millán de Yuso en San Millán de la Cogolla (La Rioja)», dirigido por Óscar Reinares, adjudicado a CORESAL, y patrocinado por la Fundación San Millán de la Cogolla.
2. Las obras manuscritas de fray Andrés de Salazar y fray Plácido Romero, conservadas en el Archivo de San Millán de la Cogolla, son fuentes imprescindibles para el conocimiento de su historia. Agradecemos las facilidades para su consulta al padre archivero Juan Bautista Olarte, así como la amabilidad y el apoyo de los RR.PP Agustinos, que regentan en la actualidad el monasterio, en todos los trabajos que hemos realizado en sus dependencias.
3. Informe de Enrique Parra Crego, Dr. en CC. Químicas, «Análisis químico y estudio de la superposición de capas de las pinturas murales de las bóvedas de la iglesia del monasterio de Yuso en San Millán de la Cogolla (La Rioja)» redactado por CORESAL en 2003, dentro del Proyecto de ejecución de las obras de restauración parcial (Fase I), citado en la nota 1.
4. En el contrato de 1633 que firma el monasterio para el acabado de las obras de reconstrucción con Juan de Urruela se documenta la reparación y blanqueo de los cascos: «se rrecorrerán las endazas y quievras, y algunos cruçeros que están caydos se forxarán de ladrillo y yesso, en confformidad de los demás, y los capuchos se vlanquearán de vlanco». De igual modo, se verifica el pincelado de la sillería: «Yten es condiçión que todos los rrelieves, como son capiteles, alquitraue y cornixa, y arcos, formas, pies derechos, esconçes y capialzados, ynpostas, rrepisas y xarjamentos, enffaxamentos de capillas, pilastras y colunas, con todo lo demás que fuere rrelebado y convenga a todo ello, se aya de dar y de color de piedra finxida, y todo se pinzelará en forma de sillería» (AHPLR 1633, fols. 3 r.–12 r.). Otros tres blanqueos generales de la iglesia se llevaron a cabo posteriormente: en 1760, en 1790 (AHN 1760; AHN 1790) y entre 1879 y 1880 (Hermosilla 1983, 103–104). El enlucido azul podría corresponder a cualquiera de estos momentos. También se documenta una limpieza de las bóvedas y paredes de la iglesia en 1760, mediante el izado con una maroma de un oficial dentro de un cestón (AHN 1760, Lib. 6035).
5. En él las juntas siguen la línea de las generatrices de las superficies regladas. Son diversos los estudios referidos al sistema de despiece de la estereotomía, cabe citar,

entre otros los de Javier Gómez y Enrique Rabasa (Gómez 1998, 158–159; Rabasa 2000, 65–96).

6. Informe redactado por LABEIN en 2000, dentro de los Estudios Previos y redacción del proyecto de ejecución de refuerzo estructural y/o restauración de la iglesia, citado en nota 1.
7. Sabemos por el padre Romero que durante el proceso de construcción, en agosto de 1529 y mayo de 1532, tuvieron lugar fuertes tormentas (a las que se refiere como el terremoto venido de Suso), que provocaron la inundación de la iglesia nueva y múltiples daños estimados en seis mil ducados (Romero XVIII, 363–364).
8. Olate añadió a esta condición una menor anchura y mayor altura de la cámara (0,84 × 1,96 m alto aprox.) para facilitar su limpieza, un aumento del grosor de la pared contra el terreno (de 0,56 a 1,35 m aprox.) y el uso de la toba en lugar del ladrillo para la bóveda, así como la buena corriente de la zanja, con una longitud de 110 varas reales, algo más de 92 m. Para la segunda zanja estimó un grosor de paredes algo menor, entre 1,12 m y 0,56 m aprox. (ASM, 1617, f. 51r–53v).
9. Con los canteros de Noja Mateo y Pedro Alonso de Pedroso, Pedro y Juan Gómez de Riz, y Andrés de Botero, quienes desmontarían los muros de la cabecera (ASM 1618, f. 78r.–79 v.).
10. La solución adoptada en San Millán viene a ser la misma que la proyectada en el siglo XIX en la «hallenkirche» de Leciñena (Zaragoza) con problemas similares de desplome. En ella el arquitecto diocesano Pedro Esteban y Romeo propuso en 1859 rebajar la altura de las naves laterales y reforzar con muros el espacio entre estribos y columnas exentas, abriendo vanos de comunicación entre las capillas así formadas, aunque, dada la época, diseñó arcos apuntados de imitación gótica (Pano e Ibáñez 2003, 46–49; Arrúe 2004, 145).
11. Para esta obra dieron su parecer un lego maestro de obras del monasterio de Oña, que hizo una planta, Francisco Basteguieta, maestro de la catedral de Burgos, quien la inició, y el maestro Ignacio Lejalde (AHN 1750).

Lista de referencias:

AHN [Archivo Histórico Nacional]. 1622, agosto, 12 y 19. Sección Clero, Legajo 3.064.

AHN. 1750, julio a diciembre, 31; 1760, julio 1 a diciembre, 31. Sección Clero, Libro 6.035, s.f.

AHN. 1760, julio 1 a diciembre, 31. Sección Clero, Libro 6.027, s.f.

AHN. 1790, noviembre, 3. Sección Clero, Libro 6.082, s.f.

AHPLR [Archivo Histórico Provincial de La Rioja]. 1633, enero, 12. Valle de San Millán, Pedro Monasterio Carranza, 1633–1637, Leg. 1940.

Arrúe, B. 2002. Entorno y dependencias conventuales del monasterio benedictino de San Millán de la Cogolla de Yuso a mediados del siglo XVII. En *Actas de las VII Jornadas de Arte y Patrimonio Regional (2000).* 201–227. Logroño.

Arrúe, B. 2004. El sistema «hallenkirchen» en La Rioja: de los modelos conservados al singular ejemplo de San Millán de la Cogolla. En *Arquitectura religiosa del siglo XVI en España y Ultramar.* 115–158. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, Diputación de Zaragoza.

ASM [Archivo de San Millán de la Cogolla]. 1585, diciembre, 23. Jorge López Pedrosa, 1596–1599, leg. 2.

ASM. 1595, mayo, 9 y 20; junio, 12 y 13; julio, 15, 17, 18 y19. Diego de Miranda, 1590–1595, t. 1°, leg. G 7.

ASM. 1617, septiembre, 15 y 19; noviembre, 18. Juan López de Pedrosa, 1617–1618, t. 3.

ASM. 1618, mayo, 7. Juan López de Pedrosa, 1617–1618, t. 3.

ASM. 1619, enero, 26; junio, 24; noviembre, 21; diciembre, 21. Juan López de Pedrosa, 1619–1620, t. 4°, leg. 6.

ASM. 1620, julio, 26. Juan López de Pedrosa, 1619–1620, t. 4°, leg. 6.

ASM. 1622, junio, 30. Juan López de Pedrosa, 1621–1622, t. 5°.

SM. 1626, mayo, 14. Juan López de Pedrosa, 1625–1627, t. 7°, leg. 9.

ASM. 1631, septiembre, 8. Pedro Monasterio Carranza, 1630–1632, leg. G 15.

ASM. 1639, julio, 24; 1642, marzo, 3. Pedro Monasterio Carranza, 1638–1642, leg. G 16.

Bustamante, A. y F. Marías. 1991. *Dibujos de arquitectura y ornamentación en la Biblioteca Nacional.* Madrid: Biblioteca Nacional.

Calatayud, E. 1991. *Arquitectura religiosa en la Rioja Baja: Calahorra y su entorno (1500–1650). Los artífices.* Logroño: Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de La Rioja, 2 vols.

García, Simón. 1681. *Compendio de Architectvra y Simetría de los Templos, conforme a la medida del cuerpo humano, con algunas demostraciones de geometría. Año 1681. Recoxido de diversos Autores, Naturales y Estrangeros, por Simón Garçia, Architecto Natural de Salamanca* (facs. Ed. Valladolid: Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid, 1991).

Gómez Martínez, J. 1998. *El gótico español de la Edad Moderna. Bóvedas de crucería.* Valladolid: Universidad.

Hermosilla, V. 1983. *Monasterio de San Millán de la Cogolla: un siglo de historia agustiniana, 1878–1978.* Roma, Institutum Historicum Agustinianorum Recollectorum XII, serie 2, Studia 2.

Mecolaeta, fray Diego. 1724. *Desagravio de la verdad en la Historia de San Millán.* Madrid: Lorenzo Francisco Mojados.

Moya Valgañón, J. G. 1980. *Arquitectura religiosa del siglo XVI en La Rioja Alta*. Logroño, 2 vols.

Moya Valgañón, J. G. 2000. La iglesia de San Millán de la Cogolla de Yuso. En *Actas de las VI Jornadas de Arte y Patrimonio Regional [1998]*, 73–96. Logroño.

Pano, J. L. y J. Ibáñez. 2003. *La iglesia parroquial de Leciñena*. Zaragoza: Ayuntamiento de Leciñena, Mira Editores SA.

Peciña, C. 2000. Intervenciones e intentonas clasicistas entre 1570 y 1640 en San Millán de la Cogolla. El Antiescorial de La Rioja. En *Actas de las VI Jornadas de Arte y Patrimonio Regional [1998]*, 243–274. Logroño.

Peña, J. 1972. *Páginas emilianenses*. Salamanca.

Peña, J. 1980. *San Millán de la Cogolla. Páginas de su historia*. Logroño: Ochoa.

Rabasa, E. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX*. Madrid: Akal.

Reinares, Ó. 2002. La iglesia del monasterio de San Millán de la Cogolla de Yuso en el siglo XVII. En *Actas de las VII Jornadas de Arte y Patrimonio Regional [2000]*, 229–248. Logroño.

Romero, fray Plácido. [Finales del siglo XVIII]. *Libro Tercero que trata de los Abades que ha tenido el Monasterio de Sn Millán desde su fundación hasta nuestros días, con los sucesos más memorables que acontecieron bajo el gobierno de cada uno*. ASM. Manuscrito, sin fecha.

Salazar, fray Andrés de. 1607. *Historia de nuestro glorioso padre San Millán, monge y abbad de la orden de S. Benito, y patrón insigne de España, y de ésta su observantíssima cassa. Recopilada de los libros góthico y otros no ghóticos pero muy antiguos, y de otras escrituras de su archivo*. ASM. Lib. 3.

San Nicolás, fray Lorenzo de. [1633 y 1664–1665] 1796. *Arte y uso de Arquitectura*. 4ª ed. Madrid (facs. Ed. Zaragoza: COA de Aragón, 1989).

Puentes de fábrica en la provincia de Guadalajara. El cálculo de las bóvedas

José Enrique Asenjo Rodríguez

La presente comunicación tiene por objeto el estudio de los puentes ejecutados en fábrica y situados en la provincia de Guadalajara, tanto los que se conservan como los ya desaparecidos, y que además, fueron construidos siguiendo un proyecto específico previo que los desarrollaba, de tal manera que se incluyen aquellos de los que existiendo documentación quedaron reducidos a su condición de proyecto, ya que jamás fueron construidos. Además de incluir los elementos descriptivos indispensables de cada puente, se presta atención a las medidas de sus distintas partes, fundamentalmente de sus bóvedas, buscando justificación a sus dimensiones, bien por existir memorias de cálculo, bien intentando cotejar las dimensiones adoptadas en el proyecto, o en la obra ejecutada, con los valores que se obtendrían en caso de aplicar alguna de las fórmulas habituales en la época.

Las fuentes utilizadas para su elaboración han sido, aparte del trabajo de campo, los proyectos que se conservan tanto de las carreteras que entonces empezaban a conformar la red provincial, como de los puentes que fue necesario construir para salvar los accidentes geográficos y facilitar el tránsito sobre las vías que se iban ejecutando.

El auge de esta actividad constructiva se desarrolla en la provincia, de forma más o menos sistemática, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, en unos casos a través de la administración central, encargada de las vías de mayor importancia, y en otros, a través de la administración provincial de la que dependían las vías menores y caminos vecinales.

En los proyectos de las carreteras se recogían todas las obras de fábrica a ejecutar, y si exceptuamos los muros de sostenimiento, la mayor parte de las restantes resultaban ser tajeas, alcantarillas y pontones, en cuya solución se remitía a los modelos establecidos por el ministerio. Muchos de los llamados puentes, por su pequeño tamaño, se resolvían como sucesión de pontones o alcantarillas del modelo que fuese más conveniente en cada caso, y aunque son muy abundantes los así resueltos no se han considerado en este trabajo. Sin embargo, cuando el puente, por su tamaño, se convertía en una obra singular era por lo general objeto de un proyecto independiente del de la propia carretera a la que servía.

Los principales puentes de fábrica, durante la época estudiada, se construyeron en la cuenca del río Henares, ya que fue necesario cruzarlo por distintos puntos, como consecuencia de la política de construcción de carreteras que enlazaban los pueblos cabeza de partido judicial, con las estaciones de ferrocarril, y puesto que el trazado de la línea de Madrid a Zaragoza discurre siguiendo el curso de dicho río, éste se encuentra jalonado de puentes que facilitan el paso en las carreteras hacia dichas estaciones. Esto tuvo como consecuencia el abandono de caminos y puentes que hasta entonces habían sido habituales; siendo en el caso de los puentes estructuras construidas en madera, y por tanto, hoy ya desaparecidos.[1] De esta forma el ferrocarril se convirtió en elemento dinamizador de la red de carreteras y colateralmente de la construcción de puentes.

Cronología de las construcciones

Puentes en Checa y Abánades

Siguiendo un orden cronológico, dentro de los puentes de fábrica, bien cantería o ladrillo, que se ejecutaron en este periodo de tiempo, del primero que existe constancia que se construyó siguiendo un proyecto[2] previo y en el que, además, se hace referencia al dimensionado de su bóveda, data del año 1865. Se situaba en el pueblo de Checa, sobre el río Cabrillas; su autor fue D. José del Acebo Pérez, arquitecto de la Real Academia de San Fernando y primer Director de caminos vecinales de la provincia, cargo perteneciente a la administración provincial, en concreto a la Diputación Provincial.

El objeto del proyecto consistía en reparar un puente antiguo, el único que servía de comunicación al vecindario con el exterior del pueblo, y cuyo tablero estaba construido de madera; de tal forma, que aprovechando los elementos existentes, estribos y una pila intermedia de 1,80 m de espesor, la parte arruinada de madera era reemplazada por dos bóvedas, construidas en piedra, rebajadas aproximadamente a 1/7, siendo 6,40 m la luz de cada una de ellas.

En una escueta memoria de poco más de un folio, el autor describe la obra a realizar, indicando el espesor que debería tener la bóveda:

> La formula á que se arregla el espesor del arco, es la siguiente: $e = 0,^{m}40 + 0,08r$, donde e = espesor ó altura de la clave; r = radio del arco, que en este caso es = $6^{m},20$, y por consiguiente, $e = 0^{m},90$.

A partir de este dato, buscando la procedencia de dicha fórmula, se encuentra que la propuso M. Mi-

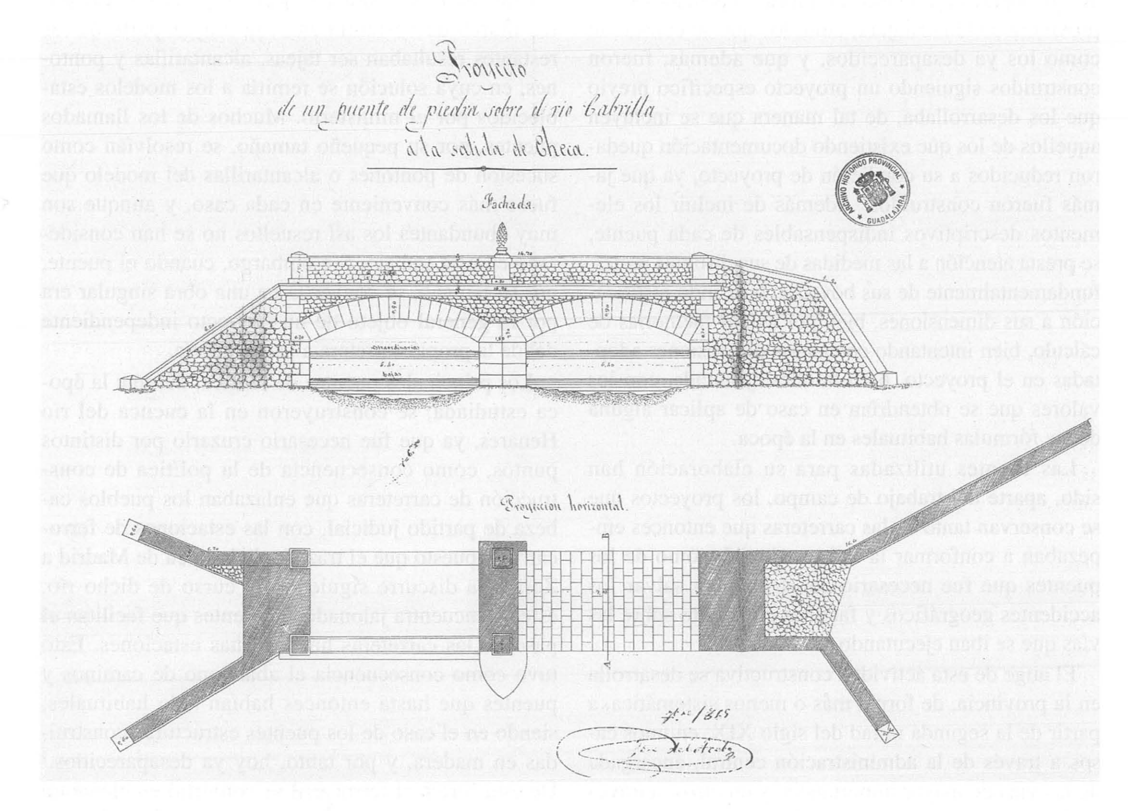


Figura 1
Puente en Checa sobre el río Cabrillas. 1865. A. H. P. Guadalajara

chon hacia 1848 para el caso de bóvedas escarzanas cuando la relación $\frac{f}{L} \geq \frac{1}{3}$. Como se puede apreciar existió una confusión, pues siendo el valor de la flecha 0,89 m y el de la luz 6,40 m, su relación (1/7) no es mayor, sino menor que 1/3. En este caso, lo correcto hubiese sido aplicar la fórmula alternativa, para la relación $\frac{f}{L} < \frac{1}{3}$. y cuyo enunciado es: $e = 0{,}04 + 0{,}04r$, lo que habría dado como resultado un espesor de bóveda de e = 0,65 m.

En cualquier caso, no parece que esta última fórmula resultase desconocida al autor del proyecto, pues dos años mas tarde, en 1867, fue necesario proceder a la reparación del puente de piedra sobre el río Tajuña en el pueblo de Abánades, para lo cual redactó un nuevo proyecto[3] para la recomposición de los tres ojos del puente, dos laterales de medio punto, con luces de 3,50 m y 4,30 m, y el central con bóveda de 8,80 m de luz, rebajada aproximadamente a 1/5; y aunque en su memoria no hace mención a formula alguna para determinar su espesor, la existencia de un plano sobre papel milimetrado, permite hacer una pequeña comprobación siguiendo las formulas anteriores, de tal forma, que siendo la relación $\frac{f}{L} \approx \frac{1}{5}$ aplicando la fórmula para la relación $\frac{f}{L} < \frac{1}{3}$, obtendríamos un espesor de la bóveda de 0,66 m, valor que coincide de forma muy aproximada con el dibujo conservado.

Existe otro plano suelto[4] donde se conserva dibujada la planta y alzado de otro puente, también para construir en el término de Checa sobre el mismo río Cabrillas, pero sin mas indicaciones de lugar, el cual se compone de dos arcos de medio punto de 6,00 m de luz, dibujados con un espesor de bóveda de 0,60 m, cada uno de ellos, dimensión que comparada con la que se podría obtener aplicando la formula de Michon para arcos de medio punto, sin sobrecarga de tierra, ($e = 0{,}04 + 0{,}04L$, siendo L la luz o diámetro del arco), resulta un valor para el espesor de la clave de 0,64 m, valor que se aproxima a los 0,60 m acotados, si bien parece que el redondeo mas lógico hubiese sido 0,65 m.

Puente de Tagüenza

En Julio de 1866, el mismo arquitecto proyectó un puente de fábrica[5] sobre el río Tajo, entre las localidades de Huertapelayo y Huertahernando. Dicho puente, que aún se conserva en uso, presenta algunas reformas en su aspecto exterior no pudiéndose apreciar, por el revoco aplicado, que se trata de un puente mixto construido con bóveda de fábrica de ladrillo de tres roscas, la exterior e interior a soga y la intermedia a tizón. Consta de un solo vano en arco de medio punto, con rasante horizontal, situado en un profundo cortado del río, está cimentado directamente sobre la roca de los márgenes. Teniendo en cuenta que la dimensión que entonces asignaban al pie era de 28 cm, el espesor de la bóveda es de 0,70 m. En el plano que se conserva el arco es ligeramente rebajado, con una flecha de aproximadamente 1/3, y utilizando idénticas verificaciones que en los casos anteriores, la dimensión de la bóveda que se deduciría de las correspondientes fórmulas estaría entre 0,79 m y 0,60 m.

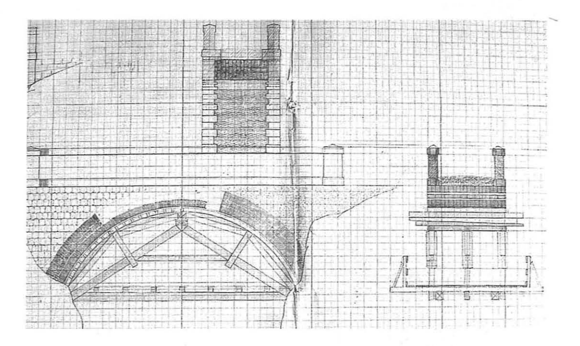


Figura 2
Plano del puente de Tagüenza. Fragmento (1866). A.H.P. Guadalajara

La aproximación entre los valores adoptados, y los que se obtienen al aplicar las fórmulas de Michon para los distintos tipo de arcos, parece indicar que hubiesen sido utilizadas por el autor de los proyectos de forma sistemática.

Puente de Matillas

Saliendo de la administración provincial, y revisando documentación de la administración estatal, el primer puente documentado data del año 1880. Es un puente

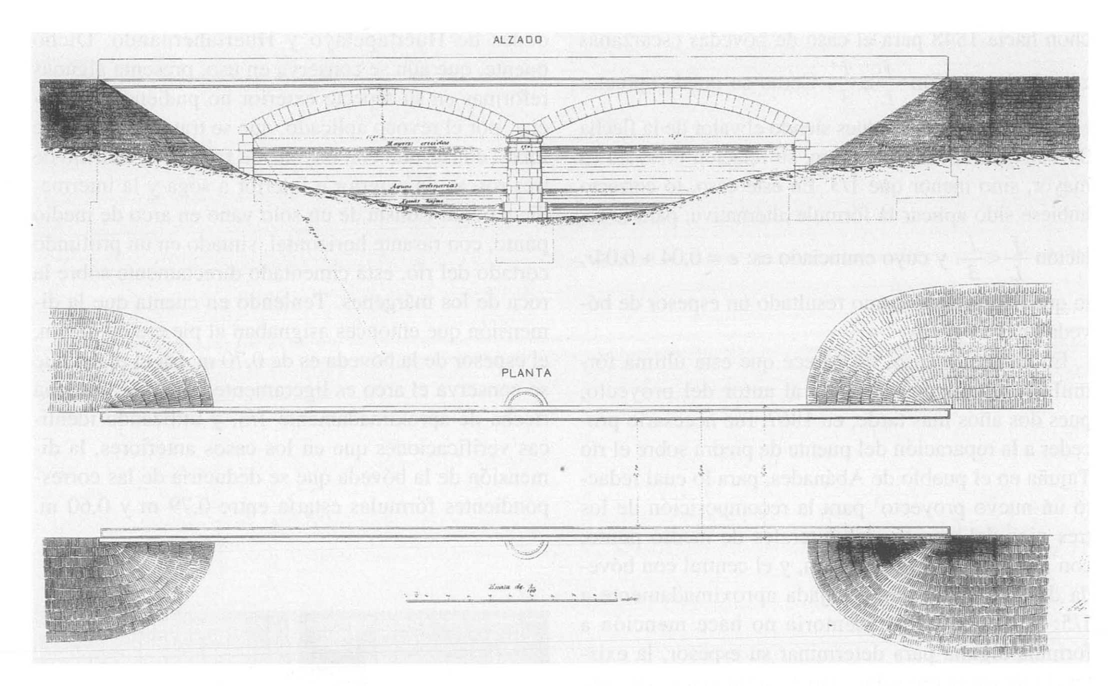


Figura 3
Puente de Matillas (1880) A. G. A.

que sobre el río Henares existe en el pueblo de Matillas, situado inmediato a su estación de ferrocarril y en uso en la actualidad. Construido según proyecto[6] del ingeniero D. Francisco Hernández de Tejada, es un puente de piedra de rasante horizontal, con dos ojos resueltos mediante bóvedas de 12 m de luz y 1,61 m de flecha con pila intermedia de caras ligeramente ataluzadas, de 1,60 m de espesor medio y 2,80 m de altura.

En la memoria del proyecto se justifica detalladamente la solución de puente adoptada, atendiendo a razones de situación, superficie de desagüe y rasante e indica disposiciones constructivas muy interesantes, pero en ningún momento entra en justificaciones sobre el cálculo de las bóvedas. Sin embargo al describir las soluciones estudiadas, dice, que en caso de haber optado por una bóveda de 20 m de luz, habría exigido un espesor en la clave de 1,00 m para la relación flecha/luz de L/8, la cual se consideraba el máximo razonable para un puente de este tipo. La solución finalmente elegida, fueron dos bóvedas de 12 m tanto de luz como de radio; la flecha se encuentra, por tanto, entre 1/7 y 1/8 de la luz, siendo el espesor de la bóveda de 0,70 m.

En ambos casos, luces de 20 y 12 m, aplicando la fórmula propuesta por Léveillé ($e=0{,}33+0{,}033r$) se obtienen valores muy próximos a los manejados en la memoria del proyecto.

Puente de San Pedro en Zaorejas

Uno de los pasos más conflictivos que el río Tajo tuvo en la provincia, se encontraba en el camino que conducía desde La Mancha hacia Aragón, pasando por Molina y era el denominado puente de San Pedro, en el término de Zaorejas. Existe numerosa documentación de las sucesivas ruinas que casi anualmente se producían en el puente de madera que lo cruzaba; por fin, en el año 1882, la Diputación Provincial, al tratarse de una carretera no incluida en los Planes de carreteras del Ministerio, se encarga de proyectar un puente de piedra, que finalmente no llegó a construirse. Éste, según los planos conservados

del proyecto,[7] ya que no hay ejemplar de la memoria, se componía de tres arcos 8 m de luz cada uno de ellos y flecha 1,60 m (f/L = 1/5), con espesor de bóvedas de 0,70 m y pilas de 1,80 m de espesor. El valor mas aproximado a la dimensión que se dio a la bóveda, se consigue mediante la fórmula de Lesguillier ($e = 0{,}10 + 0{,}20\sqrt{L}$) que resulta ser de 0,67 m.

Puente Taray

Del año 1886 se conserva el proyecto de un puente[8] en la carretera entonces denominada de 3er orden de Fuentidueña a Albares por Estremera, redactado por el ingeniero D. Ricardo Aguilera Paz y que tampoco llegó a construirse. El puente constaba de un solo arco de 15 m de luz, rebajado a 1/6. Según se expone en la memoria, la determinación del espesor de la bóveda fue efectuado mediante la formula de Dejardin $e = 0{,}05r + 0{,}30$ correspondiente a una relación flecha/luz de 1/6, resultando que para un valor del radio de intradós de 12,50 m, un espesor de la clave de 0,925 m.

Si bien no entra en la memoria en los detalles de cálculo de la bóveda, si hace mención del método seguido, y que no es otro que el publicado por D. Eduardo Saavedra en 1860 con el título *Instrucción sobre la Estabilidad de las Construcciones, escrita en francés por M. Michon, traducida al castellano y aumentada con notas por Eduardo Saavedra*.[9] Según dice el autor del proyecto, para determinar la magnitud del empuje en la clave, el punto de aplicación y el trazado de la línea de presiones siguió lo expuesto en el capítulo 6 y Nota VI respectivamente de la obra citada, comprobando que no existía posibilidad de rotura de la bóveda por rotación ó traslación, verifi-

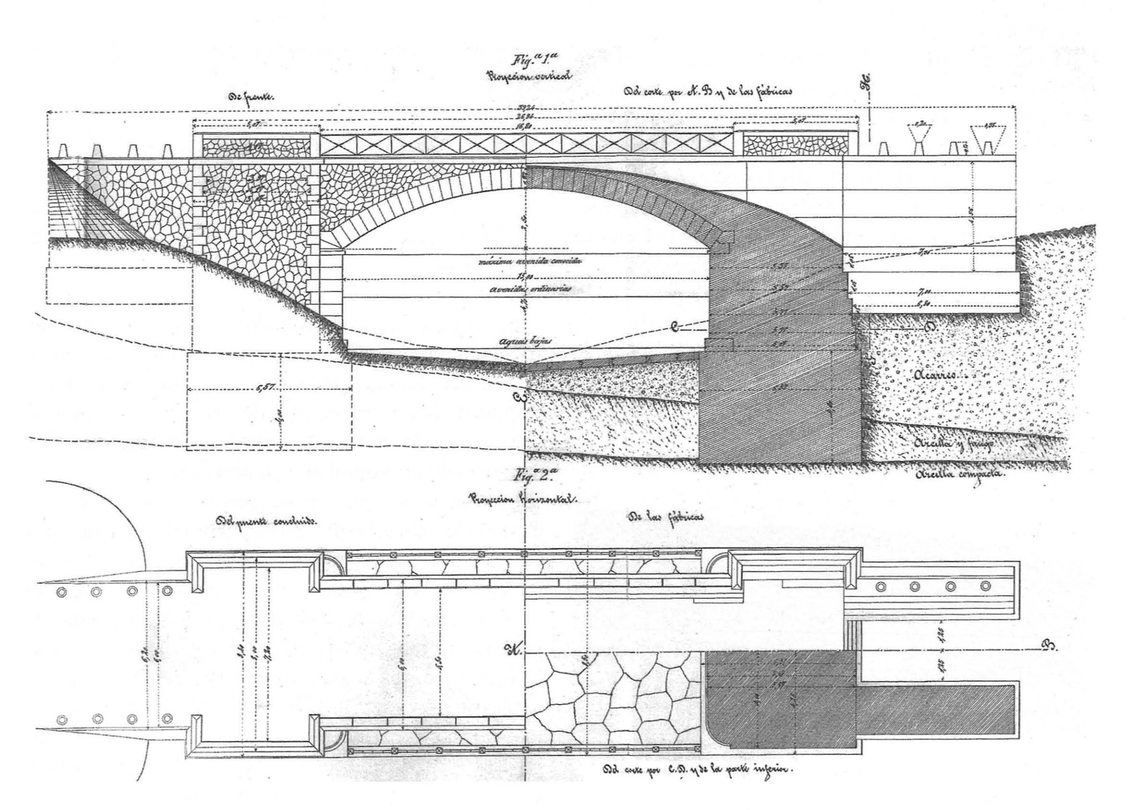


Figura 4
Puente Taray (1886) A. G. A.

cando a continuación su estabilidad sobre los arranques y la de los estribos, para lo cual hizo uso de los procedimientos que se exponen en los capítulos 1 y 2.

Puente de Embid

De aproximadamente el año 1894, dataría el proyecto de un magnifico puente construido en la carretera, entonces denominada de 3er orden de Tortuera a Daroca, actual CM-213 en las cercanías del pueblo de Embid, construido para salvar el río Piedra. El proyecto no se ha podido localizar, pero si su expediente de construcción[10] y liquidación,[11] del que provienen los datos que se manejan. Actualmente se encuentra en desuso por haberse modificado el trazado de la carretera en dicho tramo, estando abandonado, de tal suerte, que con lentitud, pero implacablemente, van siendo desmontados y sustraídos todos los elementos susceptibles de ello.

El puente construido en sillería de piedra caliza, tiene rasante horizontal, su longitud total es de 27,90 m, su ancho de 6,00 m y se compone de tres claros, con bóvedas de medio punto cuya luz es de 8,00 m cada una de ellas y el espesor de sus bóvedas 60 cm. Las pilas tienen un espesor de 1,40 m. Esta dimensión se aproxima, tanto al valor obtenido aplicando la formula $e = 0{,}33 + 0{,}021 \times L$, que Gauthey estableció para casos de arcos de medio punto y luces inferiores a 16 m; como a la formula de Perronet $e = 0{,}325 + 0{,}035 \times L$, las cuales aplicadas dan un valor coincidente, para el espesor de bóveda, de 0,61 m.

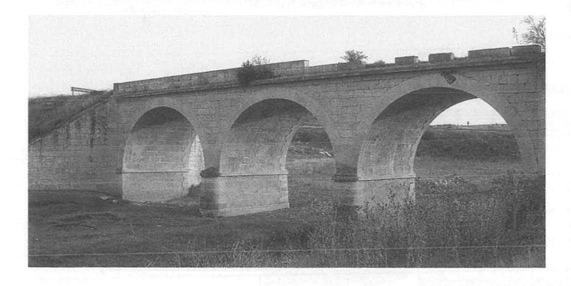


Figura 5
Puente sobre el río Piedra

Puentes sobre el río Henares

En la actual carretera GU-190, que originalmente se denominó «Carretera de 3er orden de Torija a la estación de Humanes», al pie de un cerro denominado La Muela, se encuentra en servicio un puente proyectado y construido a finales del siglo XIX y comienzos del XX.

No hay ejemplar alguno del proyecto del puente, si bien en la documentación administrativa[12] y de construcción de la carretera existe copia del informe de la Junta Consultiva[13] a dicho proyecto, en la que figura la descripción perteneciente al proyecto original, y que dice así:

> El puente se compone de tres arcos escarzanos de 15 m de luz rebajados a 1/6 con una sección de desagüe de 130 m^2.
> El espesor de la clave es de 0,80 cm La bóveda esta trasdosada de igual espesor y se construirá con sillarejo, menos las boquillas que serán de sillería.
> Las pilas tienen un espesor medio de 2,30 m y un talud en su exterior de de 1/20.
> El espesor de los estribos es de 5,55 m y están escalonados interiormente de metro en metro con resaltos de 0,50 m.
> Los muros de acompañamiento se proyectan con un espesor de 0,80 m en la coronación, el paramento exterior vertical y el interior con escalones de un metro y retallos de 0,20 m.

El proyecto quedó aprobado de forma definitiva el 30 de Octubre, de 1899. Su construcción se demoró y resultó accidentada, pues hay constancia del hundimiento de la cimbra de uno de los arcos extremos al colocar las dovelas de la bóveda, accidente que por fortuna solo produjo daños materiales.

Similar a este puente se construyó otro, sobre el mismo río, aguas arriba, en el pueblo de Jadraque, inmediato a la estación de ferrocarril; del cual no hay información alguna que por el momento haya aparecido. Se sabe que vino a sustituir a un antiguo puente de madera, periódicamente arruinado y vuelto a reconstruir, y a dar una solución definitiva a dicho paso, solución que se mantiene en nuestros días. Posee también tres ojos de 14 m de luz cada uno de ellos, con bóvedas rebajadas a 1/6. El espesor de las bóvedas es igualmente de 0,80 m. El espesor de las pilas es de 2,50 m.

Estos dos puentes, están relacionados con un tercero sobre el mismo río Henares, situado aguas abajo

de ambos, en la actual carretera GU-192, que une los pueblos de Tórtola y Fontanar, su proximidad en el tiempo, y el que se cite uno de los anteriores en la justificación de los precios de las cimbras, induce a pensar en la posibilidad que fuese el mismo ingeniero el autor de sus proyectos.

Este tercer puente, al ser obra de cierta envergadura, fue objeto de un proyecto que se redactó independientemente del de la carretera, con el título de *Puente sobre el río Henares y sus avenidas*,[14] fue su autor el ingeniero D. Luís González Herrero, en el año 1897. El puente tiene tres arcos de 17 metros de luz rebajados al 1/5, con dos estribos con semi-pilas y dos pilas intermedias de 2,50 m de espesor.

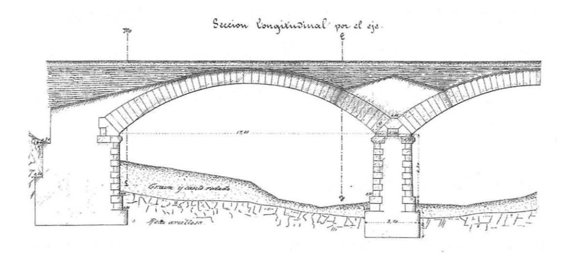


Figura 6
Puente sobre el río Henares en carretera Tórtola a Fontanar. Sección. (1897) A. G. A.

La memoria de éste puente, muy minuciosa, aborda con todo detalle el procedimiento de cálculo de los elementos constitutivos del puente: sección de desagüe, estribos, sección de los muros de acompañamiento, pilas, bóvedas.

Para el cálculo de la bóveda, el primer paso seguido fue fijar el espesor de la clave. Para ello, el autor del proyecto utilizó una serie de fórmulas, de las que se da cuenta en un cuadro inserto en la memoria, y que se transcribe a continuación, junto con los distintos valores que se obtienen de cada una de ellas:[15]

En la memoria se dice que el valor obtenido por la fórmula de Dupuit al alejarse de forma manifiesta del resto de valores, no se tuvo en cuenta. Finalmente optó por un valor de 0,90 m, que es un valor intermedio entre los resultantes del resto de fórmulas aplicadas.

Mediante este mismo procedimiento, si calculásemos las bóvedas de los dos puentes citados anteriormente, obtendríamos espesores de la clave de 0,81 m y 0,78 m frente a los 0,80 m reales.

Pero volviendo al puente del que seguimos su memoria de cálculo, a continuación se procede a calcular el espesor en la junta de rotura, que en el caso de bóvedas escarzanas rebajadas al 1/5 o más, coincide con el plano de los arranques. Según criterio establecido por Croizette-Desnoyers para obtener este valor habría que multiplicar el obtenido para la clave por 1,80 m en caso de bóvedas rebajadas al 1/4, y por 1,40 m para bóvedas rebajadas al 1/6; nuevamente adoptó el ingeniero autor del proyecto, un valor intermedio entre ambos, o sea 1,50, obteniendo un espesor de 1,44 m, medida que redondea a 1,50 m como dimensión definitiva, frente a 1,26 m que hubiese sido el resultado de aplicar la fórmula de forma estricta.

Establecido el perfil de la bóveda, el cálculo de su estabilidad lo efectúa siguiendo el método gráfico de

Tabla 1

Autores	Fórmulas	Espesores obtenidos	Observaciones
Perronet	$e=0{,}325+0{,}035L$	0,92	*L* representa la luz del arco y en las de Croizette *d* es el diámetro del círculo a que pertenece el arco rebajado
Léveillé	$e=0{,}33+0{,}033L$	0,89	
Dupuit	$e=0{,}15\sqrt{L}$	0,62	
Lesguillier	$e=0{,}10+0{,}20L$	0,92	
Croizette	$e=0{,}15+0{,}15\sqrt{d}$	0,84	Rebajamiento de 1/4
	$e=0{,}15+0{,}14\sqrt{d}$	0,89	Id de 1/6
Término medio entre las dos anteriores	$e=0{,}15+0{,}145\sqrt{d}$	0,865	Id de 1/5

Méry, consistente en verificar que la línea de presiones queda dentro del tercio central de la sección de la bóveda, partiendo de la hipótesis de que en la clave, dicha línea pasa por el tercio superior de la sección, y en la junta de rotura, en este caso los arranques, por el tercio inferior.



Figura 7
Construcción gráfica del cálculo de la bóveda del puente sobre el río Henares en la carretera de Tórtola a Fontanar. (1897) (A. G. A.)

En la propia memoria incluye un cuadro, que se transcribe a continuación, consignando los distintos valores obtenidos en cada una de las siete partes en que dividió la semibóveda para llevar a cabo la construcción gráfica.

Para el cálculo del espesor «E» de los estribos, utilizó la fórmula de Leveillé: $E = (0{,}33 + 0{,}212L)\sqrt{\dfrac{hL}{H(f+e)}}$ donde «L» es la luz del arco, «h» altura desde la base del zócalo hasta el arranque de la bóveda, «H» la altura total desde el arranque del zócalo hasta la rasante, «f» la flecha del arco y «e» el espesor de la clave.

En el caso del dimensionado de las pilas, como en casos anteriores, opta por elegir un valor intermedio entre las dimensiones obtenidas mediante la formula: $E = 2{,}50 \times e$ que relaciona el espesor E de la pila con el espesor e de la clave, y el obtenido mediante la expresión $E = 2{,}50 \times e + \dfrac{h}{10}$ que además incluye la altura de la pila h como factor interviniente en el cálculo.

Puente de Almonacid

Para volvernos a encontrar con un nuevo proyecto de puente de fábrica, hay que esperar hasta el año 1918.

Tabla 2

Nº orden de las dovelas con sus sobrecargas	Pesos Kilogramos	Nº de orden de las juntas	Reacciones Kilogramos	Longitud de las juntas metros	Presiones medias Kg/cm²	Distancia de la curva al trasdós ó intradós metros	Presiones máximas Kg/cm²	Observaciones
1	4.807	1	Q = 47.746	0,90	5,31	t 0,30	10,62	Coeficiente estabilidad del estribo 1,77
2	5.184	2	r_1 = 47.987	0,925	5,19	t 0,35	8,87	
3	6.221	3	r_2 = 48.780	0,975	5,00	t 0,37	8,70	
4	7.257	4	r_3 = 50.423	1,025	4,92	t 0,40	8,07	
5	8.765	5	r_4 = 53.212	1,010	4,84	t 0,525	5,61	
6	10.556	6	r_5 = 57.608	1,225	4,70	i 0,575	5,64	Id. de la pila 0,73
7	12.535	7	r_6 = 64.114	1,325	4,83	i 0,52	7,73	
Suma	55.325	8	R = 73.079	1,50	4,87	i 0,50	9,74	Peso de las tierras 1.700 Kg/m³
Estribo	71.522	Base del estribo	Pn=114.497	5,70	2,01	i 1,95	3,92	
Pila	40.901	Base de la pila	Presión total= 150.401	3,10	4,85	1,55	3,10	Id. mampostería 2.200 Kg/m³
Cimiento	40.901	Plano superior	150.401	3,70	4,00	1,85	4,00	Id sillería 2.600 Kg/m³

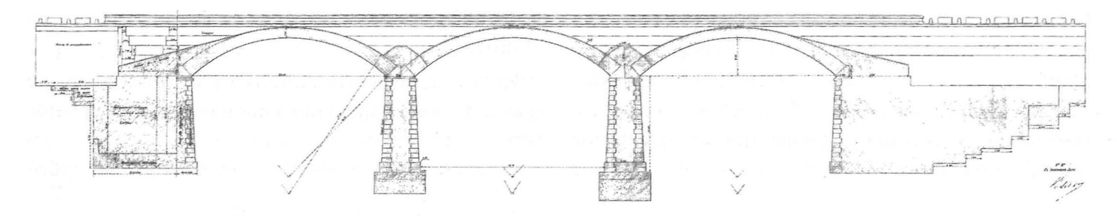


Figura 8
Puente de Almonacid. Sección. (1918) A. G. A.

Se trata de un puente sobre el río Tajo en la carretera que se denominaba «Carretera de 3er orden de Tarancón a La Armuña», hoy CM-200. Su objeto era reemplazar al antiguo, que proyectado en 1868, había sido construido en hierro, el cual constaba de un solo tramo con vigas de 52,45 m de luz y canto 4,50 m, separadas a ejes 5,75 m; el tablero, que era de madera, apoyaba sobre la parte superior de las vigas. Y según nos narra, el que fue ingeniero jefe de Guadalajara D. Vicente Mariño:[16]

> Prestó servicio hasta el 19 de diciembre de 1916, en la que la enorme crecida del río, que tantos daños ocasionó en Bolarque,[17] arrastró el tramo metálico en conjunto, dejando sólo los estribos, con desperfectos considerables.
> En esta avenida excepcional, que subió 4 metros más que las alturas admitidas al proyectar la obra primitiva, el río arrastró árboles corpulentos arrancados de las márgenes que trabajaron como arietes sobre el tramo metálico, hasta hacerlo desplazarse de los estribos y destruir la obra.

El nuevo puente que entonces se construyó, actualmente en uso y con el tablero ampliado, elevó la rasante de forma considerable y se compone de tres arcos de 20 m de luz, rebajados 1/5; las pilas, de 10 m de altura, varían su espesor desde los 3,90 m en los arranques hasta los 3,00 m en la coronación, las dimensiones de sus bóvedas son 1,10 m en la clave, radios de intradós y extradós de 14,50 m y 17,50 m respectivamente, por tanto el espesor en los arranques es de 1,58 m.

No se ha encontrado información sobre el proyecto y por tanto sobre el proceso de cálculo. Únicamente es posible comprobar que sus dimensiones se aproximan a las que se obtendrían de interpolar entre las obtenidas aplicando las fórmulas de Déjardin, para relaciones f/L entre 1/3 y 1/6, que respectivamente son: $e = 0{,}30 + 0{,}07r$ y $e = 0{,}30 + 0{,}05r$.

No obstante en la documentación sobre el expediente de liquidación de la obra[18] se hace constar, dentro del acta de recepción provisional, la ausencia de grietas en la parte ejecutada en hormigón en masa y que corresponde a las bóvedas.[19] Por tanto, finalmente dicho puente no fue construido con fábrica en su totalidad.

Puente sobre el río Cabrillas

El último puente que al parecer se construyó en piedra en la provincia, corresponde a un proyecto[20] del año 1921, redactado por el ingeniero D. Mariano de Castro. Es un puente sobre el río Cabrillas, que sigue prestando actualmente servicio en la carretera CM-2106, en la zona del Alto Tajo. Este puente consta de un solo ojo, de 20 m de luz, con bóveda

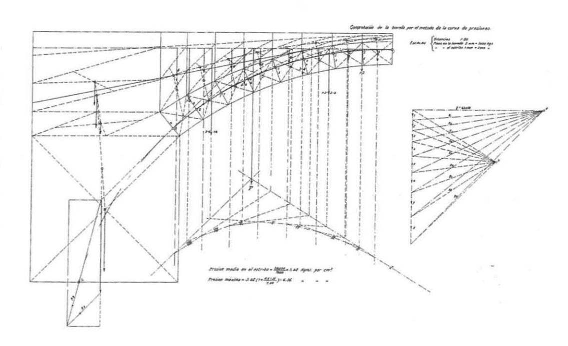
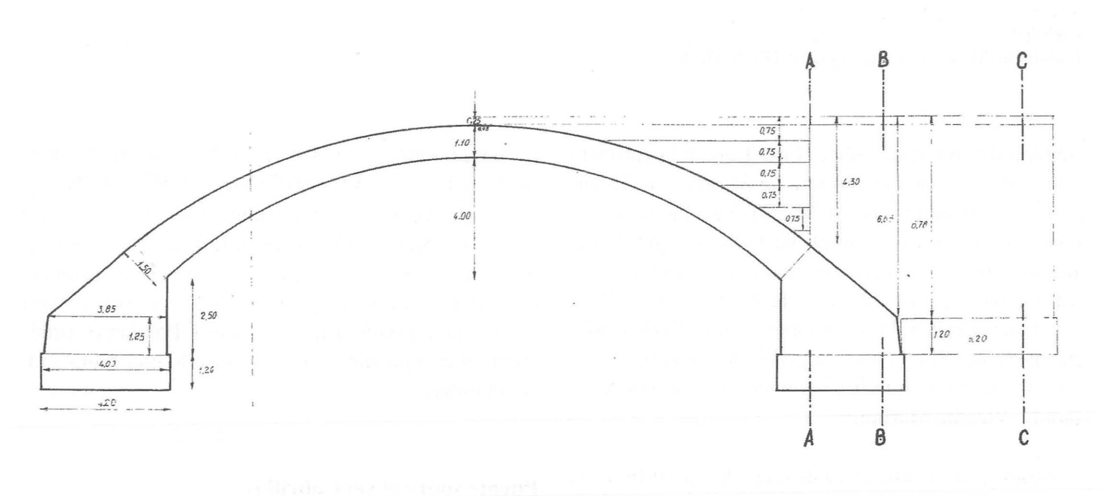


Figura 9
Puente río Cabrillas. Comprobación gráfica de la bóveda. (1921). A. G. A.

rebajada de 3,50 m de flecha (entre 1/5 y 1/6), las superficies de intradós y extradós tienen radios de 16,04 m y 19,17 m respectivamente, con espesores de 1,10 m en la clave y de 1,50 m en los arranques. Utilizando las mismas fórmulas que en el anterior puente, obtenemos el valor de 1,12 m como espesor de la clave, casi coincidente con los que figuran en el proyecto.

El tipo de memoria utilizado muy similar, aunque mas reducido, al que vimos en el proyecto del puente sobre el río Henares en la carretera de Tórtola a Fontanar, incluyendo en los planos la construcción gráfi-



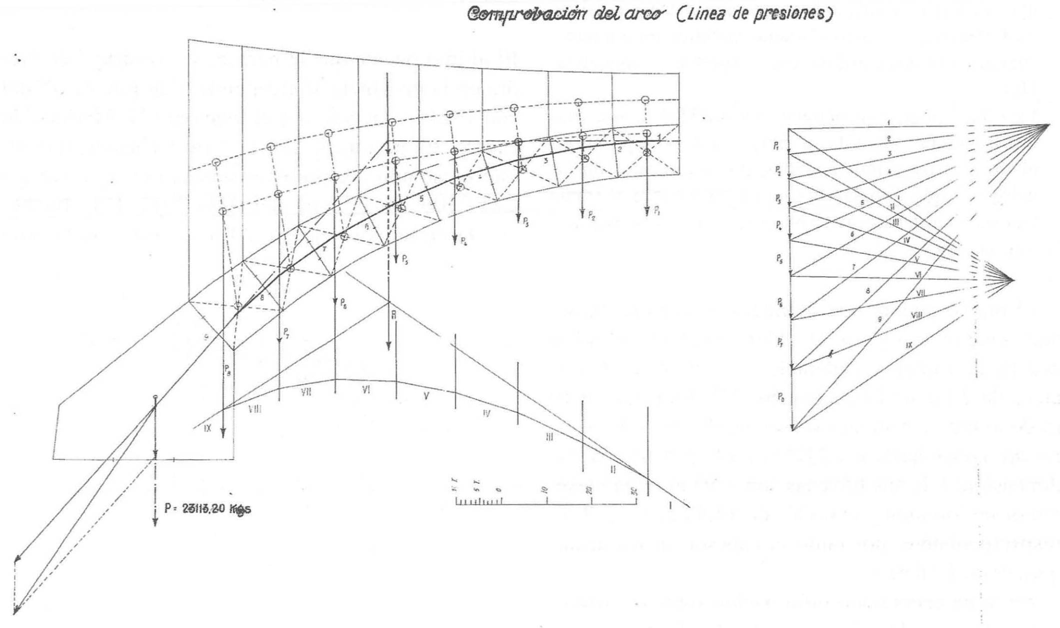


Figura 10
Puente en el río Sorbe. Sección y cálculo gráfico de la línea de presiones. (1953). A. G. A.

ca para la obtención de la línea de presiones y adjuntando un cuadro en el que desglosa los valores mas significativos obtenidos.

A partir de entonces los puentes de fábrica dejaron de ser la tipología habitual, pero no ocurrió lo mismo con los métodos gráficos de cálculo que, a pesar de todo, no se abandonaron hasta bien entrado el s. XX. Así en el año 1953 se construía un puente[21] sobre el río Sorbe, en la carretera local de Cogolludo a Tamajón, hoy GU-143, ejecutado en hormigón en masa, con bóveda de 20 m de luz, rebajada a 1/5 y con espesor variable desde 1,00 m en la clave hasta 1,50 en los arranques.

En los planos del proyecto quedó reflejada la construcción gráfica, en la que se comprobaba la estabilidad de la bóveda, mediante el dibujo de la línea de presiones.

Conclusión

Sobre los puentes de fábrica estudiados, en lo que se refiere a la geometría de sus bóvedas se podría destacar que las proporciones de los arcos rebajados, oscila generalmente entre 1/5 y 1/6; llegando en algún caso a 1/7, pero de forma extraordinaria. Igualmente se aprecia que las bóvedas dejan de tener intradós y extradós concéntricos una vez que se alcanzan los 17 m de luz, aumentando el espesor de la bóveda en los arranques.

La proporción entre vanos y espesores de pilas, oscila entre 1/7 del puente de Matillas, hasta casi 1/4 del puente de San Pedro, pudiéndose establecer el promedio en 1/6.

Sobre los métodos de cálculo empleados, la influencia de los textos de autores franceses es manifiesta, utilizando sus fórmulas de manera constante. En los proyectos más antiguos, el cálculo quedaba reducido a la obtención del espesor en la clave. Con el paso de los años se empieza a verificar, además, la estabilidad de la bóveda mediante el cálculo de la línea de presiones, verificando así que se cumplen la condiciones de equilibrio y obteniendo de esta forma la magnitud, dirección y punto de aplicación del empuje sobre los estribos, procediendo con estos datos al cálculo de su estabilidad.

La generalización del hormigón como material habitual en la construcción de puentes, supuso el fin de esta tipología constructiva empleada durante siglos. Se llega, por tanto, al final de su historia, que arrancando de la antigüedad romana encuentra sus últimas manifestaciones en el primer tercio del s. XX.

Notas

1. Sobre este tema véase: Asenjo Rodríguez, J. Enrique: *Los puentes de madera en la segunda mitad del s. XIX en la provincia de Guadalajara*, en Informes de la Construcción, 54, nº 483, 2003, 63–71.
2. *Proyecto de puente de piedra sobre el río Cabrilla en el término de Checa.* 1865. A. H. P. Guadalajara. Caja D-554.
3. *Proyecto de reparación del puente sobre el río Tajuña en Abánades.* 1867. A. H. P. Guadalajara. Caja D-554
4. A. H. P. Guadalajara. Caja D-554.
5. *Puente de Tagüenza sobre el Tajo.* 1866. A.H.P.Guadalajara. Caja D-554.
6. *Proyecto de puente de fábrica sobre el río Henares en la carretera de 3er orden de la estación de Matillas a Mandayona.* 1880. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja 2.243.
7. *Proyecto de un puente de nueva construcción sobre el río Tajo en término municipal de Zaorejas.* 1882. A. H. P. Guadalajara. Caja D-555.
8. *Proyecto de carretera de 3er orden de Fuentidueña á Albares por Estremera, sección de Albares a Estremera.* 1885. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja 2.241.
9. La obra de Michon es una simplificación y actualización del método desarrollado por Poncelet. La traducción de D. Eduardo Saavedra resulta muy interesante por incorporar, en sus notas finales, conceptos de cálculo elástico en la determinación de la forma de las bóvedas de máxima estabilidad.
10. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja nº. 5.732.
11. A. G. A. Sección Obras Públicas, Cajas nº.3.549 y 5.732
12. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja nº. 3.582.
13. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja nº. 4.568.
14. *Puente sobre el río Henares y sus avenidas.*1897. A. G. A. Sección Obras Públicas. Caja nº 2.240.
15. Un cuadro similar, aunque algo mas extenso, se encuentra en Croizette-Desnoyers, Ph. 1885. *Cours de construction des ponts.* II, 3. Paris: V. Ch. Dunod, Editeur.
16. Mariño, V. Puentes sobre el Tajo, *Revista de Obras Públicas*. 76, (1928). 272 a 276.
17. Pantano situado en la confluencia de los ríos Tajo y Guadiela, fue construido en 1910.
18. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja nº 5.521
19. El puente se proyectó originalmente en piedra, pues con fecha 5 de Diciembre de 1921 existe un escrito del

contratista de la obra, pidiendo cambiar de cantera o de sistema de puente, ante las dificultades en la extracción de piedra con tamaño suficiente para labrar la sillería necesaria en la ejecución de las bóvedas.

20. *Carretera de 3^{er} orden de enlace de la de Villar de Domingo García a Molina, procedente de Cuenca, con la de Checa a las Salinas de Armallá.* 1921. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja nº 8.857.

21. A. G. A. Sección Obras Públicas, Caja nº 8.920.

El Instituto de la Construcción y del Cemento: De la investigación científica a la innovación tecnológica

Virtudes Azorín López
Yolanda Sánchez-Montero
Carlos Villagrá Fernández

El trabajo describe la evolución de la investigación en el área de la construcción en España desde sus inicios en la primera mitad del siglo XX hasta finales de la década de los años sesenta. Partiendo de la creación del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción para estudiar las propiedades y principalmente la resistencia de materiales en 1898, se lleva un análisis de la evolución de las actividades llevadas a cabo en el Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación fundado en 1934 por iniciativa de un grupo de arquitectos e ingenieros y liderado por Eduardo Torroja. Se detallan las líneas de investigación sobre construcción después de la guerra civil española de 1936 bajo el amparo del CSIC.

Se describen las líneas prioritarias de investigación que forman los objetivos básicos de esta institución, así como la labor de difusión tanto de los logros conseguidos en el Instituto como de las innovaciones técnicas desarrolladas en los países más avanzados en este campo.

Las ciencias de la construcción en España: antecedentes históricos

Durante los s. XVII y XVIII los españoles apenas participaron en el nacimiento de la ciencia moderna, sin embargo se llevaron a cabo algunos intentos de aplicación sistemática de la ciencia a la industria. En el País Vasco 1770, hubo un intento por mejorar las técnicas productivas de la siderurgia bajo los auspicios de la Real Sociedad Vascongada y con la colaboración del Laboratorio Químico del Colegio Vergara, a pesar de los esfuerzos realizados no se obtuvieron resultados significativos.[1]

Cuando en el s. XIX el concepto de «ciencia» se consolidó en la Europa más avanzada de la época, en España pese a no tener las mejores condiciones, contó con personalidades de gran talento agrupadas en torno la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) que fundada en 1907 por iniciativa de un grupo de investigadores intentaba dar respuesta a la crisis de 1898 apoyando de la renovación científica y cultural del país.

De este modo, Madrid contó a comienzos de siglo con una institución oficial que la equiparaba a las ciudades más modernas de Europa (Berlín, Viena, París o Londres). Pero la JAE no fue la única institución española que apoyó la renovación científica y cultural del país. Paralelamente, en Cataluña nació otro núcleo destacado de investigación y que, auspiciado en gran medida por la industria catalana, propugnaba que cualquier modernización del país supondría una mejora de sus negocios. El movimiento político de la Lliga Regionalista de Catalunya puso en funcionamiento varios proyectos para institucionalizar la investigación científica en esta región,[2] para lo cual se creó en 1907 el Institut d'Estudis Catalans y en 1913 y el Consejo de Investigaciones Pedagógicas, dentro del cual se crearon los primeros centros españoles de investigación aplicada: El Institut d'Electricitat Aplicada y el El Institut de Química Aplicada.

A excepción de Cataluña, la escasa investigación tecnológica que se hacía en nuestro país carecía del apoyo de las empresas industriales. Las fundaciones privadas eran casi inexistentes, aunque la Institución Libre de Enseñanza, sin ser una fundación y con pocos medios económicos apoyase a la JAE.

Dentro del ejército también se llevaron a cabo investigaciones técnicas, aunque la valoración que puede hacerse de esta actividad científica es bastante pobre. Los ingenieros del ejército, fundamentalmente de artillería, que destacaron en investigaciones científicas e innovaciones técnicas a lo largo del s. XVIII, fueron incapaces durante el s. XIX de de llevar a cabo investigaciones empíricas que supusiesen una sistematización de sus trabajos experimentales y la repercusión científica o económica de sus actividades fue casi nula. Las Reales Academias tampoco fueron capaces de conjugar los intereses de los científicos con los intereses políticos o de la industria emergente. La JAE era el complemento ideal a la Universidad, aunque lo cierto es que las relaciones entre ambas no fueron todo lo cordiales y complementarias que hubiese sido deseable. Básicamente puede decirse que a comienzos del s. XX, Cataluña y Madrid acaparaban las Instituciones de investigación aplicada que dependían de organismos públicos.

Tras la Primera Guerra Mundial y durante el periodo de entreguerras, surgieron las instituciones estatales en apoyo directo o indirecto de la investigación aplicada. En España en 1931, se crea al amparo de la JAE la Fundación Nacional para Investigaciones Científicas y Ensayos de Reformas (FENICER) que abre nuevas líneas de investigación en ciencias aplicadas que servirán de base a los intereses científicos, técnicos e industriales del país.

También es de destacar la actuación de pequeñas organizaciones privadas, que serían de gran importancia para el desarrollo de futuras líneas de investigación tecnológicas ya que, preocupadas por resolver la aplicación de las técnicas que se estaban llevando a cabo en el extranjero, intentaron la implantación de nuevos métodos y sistemas de trabajo. Realizar un balance del desarrollo científico en esta área del conocimiento es una tarea complicada pues existe una extraña mezcla entre los avances técnicos llevados a cabo por el ejército, los ingenieros de caminos y los arquitectos a lo largo de este periodo.

El primer centro sistematizado de investigación en construcción fue el Laboratorio de Ingenieros del Ejército, creado por Real Orden del Ministerio de la Guerra de 27 de abril de 1897 que se agrupaba en cuatro Secciones: Ensayos y experiencias sobre materiales aglomerantes y de origen pétreo, Física y Análisis químico, Ensayos Mecánicos y Metalografía y Ensayos y aplicaciones eléctricas. Poco después, el 12 de agosto de 1898 la Reina María Cristina de Habsburgo creó por R. D. el Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción para estudiar las propiedades y principalmente la resistencia de materiales unido a la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.[3] Las misiones encomendadas al Laboratorio fueron tres: realizar todas clases de ensayos y reconocimientos sobre materiales de construcción y estructuras que se encarguen al mismo, bien por entidades oficiales, empresas o particulares; llevar a cabo investigaciones para mejorar cualquier faceta de la industria de la construcción, y colaborar con la enseñanza técnica. Para ello se crearon dentro del Laboratorio las Secciones de: Geotécnia, Análisis experimental de estructuras, Ensayos mecánicos, Química, Física y Electrónica y Materiales bituminosos. En 1940 se nombró Director del Laboratorio Central a D. Eduardo Torroja y Miret, que lo independizó de la Escuela. Desde 1957 el Laboratorio Central se integró en la estructura administrativa del CEDEX dentro del Ministerio de Obras Públicas.[4]

Por otro lado, los estudios sobre el hormigón armado los introdujo en España Juan Manuel de Zafra en 1910 y los incorporó como asignatura de la Escuela de Caminos. Las primeras realizaciones singulares llevadas a cabo con este material fueron obra de José Eugenio Ribera en Asturias en 1895.

En 1934 por iniciativa de un grupo de arquitectos (José María Aguirre, Modesto López Otero, Peña Boeuf, Sánchez Arcas, Aguirre, Blein y Petricena) aglutinados en torno a la figura de Eduardo Torroja se fundó en España el Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación con carácter de entidad privada dedicada exclusivamente a «fomentar los progresos de todo orden referente a la construcción, promover y divulgar trabajos de investigación sobre la misma, así como estudiar métodos que tendieran a mejorar las técnicas constructivas en cualquier sentido»,[5] fomentando, al mismo tiempo, la publicación de la revista *Hormigón y Acero*. Los trabajos realizados por este Instituto se financiaban exclusivamente con las cuotas de sus socios. Entre las prioridades de

investigación de este grupo de técnicos se encuentran la definición de nuevos espacios mediante el diseño de grandes estructuras y la normalización de la arquitectura popular definiendo las pautas para permitir su industrialización.

La guerra civil de 1936 y posteriormente la dictadura de Franco cortaron de raíz la labor llevada a cabo por la JAE así como las actividades que se venían realizando en otras instituciones privadas como era el Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación. Las bases ideológicas y culturales de la dictadura representaron un retroceso de alcance histórico para el débil y frágil entramado científico español. El Decreto de 19 de mayo de 1938 traspasaba al Instituto de España y a las universidades los servicios de la JAE.

A pesar de la contienda civil en española, en 1938 se inicia un grupo de trabajo presidido por José Luis Rodríguez Arango y en el que figuró también Eduardo Torroja con el fin de analizar y profundizar en los estudios de las técnicas del hormigón. De este grupo nacerá la Comisión Permanente del Hormigón,[6] que en la actualidad depende del Ministerio de Fomento.

Los postulados ideológicos y económicos de la primera fase del franquismo junto con la autarquía y el aislamiento de la dictadura tras el fin de la segunda guerra mundial producen el diseño de una política de autosuficiencia que encontró eco en el ámbito tecnológico. La reorganización de la estructura científica se realizó a través de la creación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), bajo la presidencia del ministro de Educación Nacional, José Ibáñez Martín. Este mismo año se aprobó la Ley de Ordenación y Defensa de la Industria Nacional y más adelante en 1941 se creó el Instituto Nacional de Industria (INI). A través de estos tres organismos se pretendía tener una autonomía tecnológica acorde con los presupuestos autárquicos. El CSIC, junto con la Escuela de Caminos y el INI, constituyeron el tejido del sistema tecnológico español de este periodo que se caracterizó en el ámbito científico-tecnológico por el predominio de los militares, a través de su control del ministerio de Industria y Comercio desde el Laboratorio de Ingenieros del Ejército.

Con independencia de la labor investigadora desarrollada en el seno del CSIC hay que mencionar como relevantes las llevadas a cabo en los laboratorios de la Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos: el Central de Ensayos de Materiales de Construcción, de Transporte, de Obras Hidráulicas, de Hidrodinámica y de Puertos y que a excepción de el Central de Ensayos de Materiales, fueron fundados en 1944.

Al final del periodo autárquico según un informe realizado en 1964 por la OCDE, la investigación en la Universidad española era casi inexistente y el 85% del gasto nacional en Investigación y Desarrollo (I+D) se realizaba a través de los siete grandes centros de investigación dependientes de diferentes ministerios, de los cuales el más importante era el CSIC, que a finales de los años 40 estaba compuesto por dos divisiones básicas: la académica y la tecnológica, siendo esta última la más significativa que agrupada en el Patronato Juan de la Cierva y ligada al INI trató de convertirse en la base del desarrollo tecnológico autónomo concebido como el fundamento del crecimiento industrial. Se fundaron o revitalizaron institutos como el del Carbón, Hierro y Acero o de la Construcción y la Edificación, que obtenían parte de sus recursos a través de tasas parafiscales procedentes de las empresas del sector.

El Instituto de la Construcción y el CSIC

Al fundarse el CSIC como organismo aglutinador de las actividades de investigación de este periodo histórico, el Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación pasó a formar parte del mismo como Instituto adherido, lo que le supuso una ampliación de sus instalaciones y el comienzo de una labor sistemática de investigaciones técnicas, que fueron más teóricas que prácticas debido a la falta de instalaciones adecuadas. De este modo, el Instituto, recibe locales y financiación para mantener becarios, algunos ingenieros y bastantes alumnos de las Escuelas de Ingeniería y Arquitectura que fueron creando un ambiente científico y tecnológico en torno a la figura personal de Eduardo Torroja.

Fue en el año 1946 cuando la Junta Directiva del Instituto acepto la invitación del CSIC a través del Patronato «Juan de la Cierva»[7] para pasar al mismo como Instituto propio estableciéndose ya los primeros laboratorios y campos de experiencias, gracias al decidido apoyo que prestaron los organismos oficiales y muy especialmente la industria cementera.[8]

Junto con los trabajos de investigación, se produjo un incremento en la información a los técnicos espa-

ñoles de los avances que en materia de calidad, características de los materiales, fabricación de cemento, así como novedades del cálculo de estructuras, técnicas constructivas y problemas de instalaciones, que se producen en el mundo. Esta labor de difusión se realiza mediante una serie de publicaciones y monografías editadas desde el Centro.

Con la inauguración del edificio «Costillares» en la zona de Chamartín en 1953, se inició una nueva etapa del Instituto. Tanto por las instalaciones del edificio como su equipamiento, le hacen ser el Instituto de investigación pública más importante del país pues se encontraba a la altura de cualquier otro centro extranjero. Durante las décadas de los 50 y 60 en el Instituto se simultaneó la labor investigadora para el cual había sido creado, con una función de apoyo tecnológico a la industria. En estos años de gran actividad productiva debido a la posguerra, la industria se encontraba necesitada asesoramiento científico que le era proporcionada en buena medida por los Institutos Tecnológicos del CSIC, produciéndose así una transferencia de conocimientos entre el mundo investigador y el sector industrial y empresarial, a través del Patronato «Juan de la Cierva». De este se establece un mecanismo de fácil relación entre el sector productivo y los investigadores mediante el cual, la industria puede acceder al progreso en la investigación de la técnica que maneja pudiendo ésta a su vez, hacer llegar a los científicos sus sugerencias e inquietudes.[9]

El Instituto «Eduardo Torroja»: 20 años de actividad científica

En la década de los 50 se produce un gran impulso de los trabajos de investigación en construcción en todos los países desarrollados debido a las nuevas exigencias que la sociedad de la época demanda: viviendas más confortables, mejoras de vías de comunicación que se adecuen a los nuevos vehículos y sistemas de transportes, creación de grandes plantas industriales, etc., lo que obliga a buscar el modo de construir en gran escala a bajo precio, sacando el máximo provecho de las ventajas que ofrece el adelanto técnico e industrial.

Para ello se necesita una intensa labor investigadora en este campo cuyos materiales, procesos de ejecución y organización industrial son diferentes de los que corresponden al concepto clásico de las industrias de fabricación. La tipificación y producción en serie tiene aún poca aplicación en construcción. La prefabricación, de gran aceptación en países sajones y germánicos no logra ser adoptada en España, pues estas soluciones no aportan una gran ventaja económica y se opta en un principio, por investigar los procedimientos tradicionales de la construcción de acuerdo con las condiciones naturales, climatológicas, económicas y sociales.

El confort que exige el nivel de bienestar de algunos países en los años 50, requiere un trabajo de investigación en laboratorios especiales donde se resuelvan los problemas térmicos, acústicos, de iluminación natural o artificial y sobre todo los pequeños detalles que procuran una vida más agradable.

Además también son necesarios estudios experimentales en el campo de las estructuras y elementos resistentes de las edificaciones, tanto para comprobar los resultados teóricos como para resolver los problemas que platea la teoría y que a veces son de difícil aplicación abogando por que un mejor conocimiento de los materiales y sus propiedades intrínsecas puede ofrecer grandes perspectivas en este campo, por ello Torroja afirma que «en el dominio de los materiales de construcción, es donde la investigación puede estar obteniendo los mayores éxitos; los aglomerantes hidráulicos, los materiales cerámicos y vidrios, los aceros y las nuevas aleaciones o las novísimas técnicas de la madera, entre otros, evolucionan y mejoran rápidamente»[10] gracias a la labor de los laboratorios.

Uno de los objetivos fundamentales en esta época del Instituto fue la de «informar a los técnicos españoles sobre las novedades que se produzcan en el campo de la construcción en general y, especialmente, en el del cemento»,[11] es decir difundir tanto la ciencia como la técnica desarrollada en otros países y de la cual España se encontraba muy necesitada. Eduardo Torroja, lider del mismo aboga por llevar a cabo estudios que aporten soluciones industriales que permitan aumentar el rendimiento de manera considerable, abaratando la ejecución total y disminuyendo los plazos de entrega, lo cual exigía una normalización o tipificación de las obras que permitiesen amortizar encofrados, máquinas de extracción y maquinaria en general, decantándose en cierta medida por la aplicación de la industrialización (media o li-

gera) de la construcción, a pesar de que esta la medida no era políticamente conveniente pues al reducirse la mano de obra aumentaría el paro y el equilibrio conseguido en los primeros años de posguerra.

Líneas de investigación

Las líneas de investigación del Centro se desarrollaron en diferentes Secciones dedicadas a la investigación teórica. Junto con la investigación teórica se llevaron a cabo experiencias en laboratorios de investigación industrial para el estudio experimental, fabricación y empleo de materiales de construcción, especialmente cemento y sus aplicaciones. Estas fueron:

Materiales:

- Experimentación con nuevos materiales y unidades de obra especialmente en viviendas económicas.
- Experimentación en materiales existentes para sistematizar el proyecto de elementos e industrializar la organización de las obras.
- Estudios físico-químicos del cemento:
  Estudios físicos de los aglomerantes.
  Estudios de la composición del Clinker del cemento.
  Nuevas técnicas para el fraguado del cemento Pórtland.

Técnicas de la edificación:

- Se estudiaron nuevos sistemas de edificación de viviendas de tipo tradicional por sistemas nuevos de mayor productividad, y sobre todo se sometieron a rigurosos análisis muchos de los materiales y elementos constructivos de uso generalizado, tales como forjados, solados, ventanas, puertas, cubiertas, tabiques, para definir sus ventajas e inconvenientes.
- Instalaciones:
  Calefacción.
  Acondicionamiento, especialmente en edificaciones modestas.
  Iluminación natural referente al diseño de huecos exteriores para racionalizar el uso del carbón en las viviendas.

Estudios teóricos:

- Estudios teóricos de las bases fundamentales de cálculo, tales como coeficientes de seguridad, fundamentos de la teoría de estructuras, etc.
- Nuevas formas de estructuras.
- Trabajos de puesta a punto sobre láminas, placas y hormigones pretensados.
- Nomografía.

Estudios económicos:

- Estadísticas de costes reales de las diversas unidades de la obra para posibles mejoras en su ejecución.
- Empleo de encofrados de obras de hormigón armado para economizar la obra.

La difusión del conocimiento y tratamiento de la información

Para el buen funcionamiento del Instituto fue fundamental la creación del Servicio de Información Bibliográfica. Fue uno de los Servicios más activos y con más repercusión externa del Centro. Nació con el propósito fundamental de informar a los técnicos españoles en los avances que en materia de construcción se iban logrando tanto en España como en otros países. Este Servicio estaba dividido en tres Secciones dedicadas a la gestión del conocimiento: la Sección de Trabajo y Experimentación, la Sección de Información Bibliográfica, y la Sección de Publicaciones.

Sección de Trabajo y Experimentación: Además de llevar a cabo trabajos de experimentación en laboratorio y ensayos en modelos reducidos, este Servició contribuyó de manera notable al desarrollo de los Servicios de Información Bibliográfica y divulgación a través de los artículos publicados en las diferentes revistas editadas en el Instituto.

La Sección de Información Bibliográfica: en ella se ubica la biblioteca y tiene desde sus orígenes, un papel fundamental como lugar de la transferencia del conocimiento dentro del Instituto. Los trabajos que se llevaron a cabo fueron y son muchos y variados y podemos afirmar que desde sus comienzos éste funcionó como un Centro de Documentación moderno donde además del proceso de catalogación y clasifi-

cación del fondo de monografías, se realizó una ordenación del mismo mediante una clasificación temática propia (basada en la CDU y nº currens) que ha permitido hasta la actualidad la consulta de libre acceso a los fondos. Se llevó también a cabo el control, registro, indización, resumen y elaboración de fichas bibliográficas de unos 15.000 artículos de revistas nacionales y extranjeras recibidas en la Biblioteca. Esta Sección estaba y sigue estando abierta tanto a los miembros de la Institución como a investigadores externos que solicitan su consulta proporcionando también el acceso a los documentos depositados en sus fondos.

La Sección de Publicaciones: Fue y es la encargada de llevar a cabo la edición de todas las revistas, boletines y libros que edita el Instituto, pero la actividad de esta Sección se extiende más allá de estos cometidos. Paralelamente fue confeccionando un catálogo muy interesante de casas nacionales de maquinaria, materiales y demás cuestiones emparentadas con la construcción y que junto con el fichero de técnicos tanto nacionales como extranjeros aportaron una información muy valiosa para el conocimiento de esta actividad científico-técnica en nuestro país.

En 1948 aparece con periodicidad mensual la revista *Informes de la Construcción*. En esta publicación, además de trabajos científicos, se insertan artículos de información técnico-comercial aportados por las empresas, «siempre que ofreciesen una notoria innovación en el campo de la técnica y así lo aconsejase su interés científico-técnico; aún en este caso, la publicación no se hacía más que por una sola vez, evitando con esto que sirviese a fines propagandísticos». Con independencia de la revista Informes se editaron dos boletines: *Últimos avances en materiales de construcción*, dedicado en su totalidad a informar a los fabricantes de cemento de las novedades extrajeras más notables y *Últimos avances técnicos en edificación*. Además la Asociación Española de Hormigón Pretensado, que funcionaba dentro del Instituto publicaba otro boletín específico donde se difundía esta novedosa técnica constructiva. Al mismo tiempo desde el Instituto se promueve la publicación de una serie de trabajos basados en la labor experimental desarrollada por el personal del Centro bajo el epígrafe de *Monografías*.

Complementando las actividades de difusión científica del Instituto existen dos Comisiones: la Comisión Técnica de hormigón pretensado: aporta a sus asociados información bibliográfica de las noticias más relevantes sobre los avances de esta técnica al mismo tiempo que organiza cursos, seminarios y asistencia a jornadas técnicas en el extranjero y la Comisión para depurar y crear palabras nuevas relacionadas con la construcción y el cemento: para la redacción de un diccionario técnico en el que por un lado, se den definiciones contenidas en el *Diccionario de la Lengua* que no sean exactas o que no consten en él por su novedad, y por otro, expresar con palabras castellanas los términos que la técnica va dando a conocer, pero de los cuales aún no se han encontrado la expresión española. También merece destacarse el servicio de intercambio de publicaciones y material científico entre centros e instituciones tanto nacionales como internacionales.

Los Concursos de ideas

A lo largo de este periodo Instituto convoca sistemáticamente una serie de Concursos con objeto de fomentar cualquier actividad tendente a la mejora de los sistemas de trabajo, rendimiento de la producción, o mejor conocimiento de los materiales, siendo los más destacados:

- El Concurso Internacional de 1949.[12]
- El Segundo Concurso de trabajos sobre temas relacionados con la soldadura.[13]
- El Concurso para premiar el mejor artículo original que se publique en revistas técnicas españolas.
- El Primer Concurso nacional de 1949.[14]
- El Concurso Permanente de Ideas.[15]
- El Concurso Laboral de 1949.[16]
- El Primer concurso Nacional de albañilería de 1950.[17]

La Docencia como sistema de transmisión de conocimientos

El Instituto desde sus orígenes muestra gran interés en la formación de técnicos especialistas en las diversas ramas de la construcción, teniendo como base las definiciones emanadas en la organización racional del trabajo de 1937, que trataba de conseguir, por

medios técnicos y de organización, el máximo rendimiento con el mínimo coste, buscando además la mejora de las condiciones de trabajo. Tanto la temática de estos cursos como el nivel de cualificación del personal que asistía a ellos era muy variada, así podemos ver como estos se dirigía desde auxiliares de laboratorio a técnicos especialistas. A modo de ejemplo podemos citar los siguientes:

— Cursillo para Auxiliares de Laboratorio.[18]
— Curso elemental para vigilantes de obras de hormigón armado.[19]
— Curso Superior de Materiales Cerámicos.[20]
— Curso para responsables de fabricación de elementos resistentes.

Dentro del apartado Docencia del Instituto de la Construcción hay que destacar El Curso de Estudios Mayores de la Construcción (CEMCO), planteado desde sus orígenes en 1956, como un foro de transferencia de tecnología y conocimientos actualizados en el que se contrasta el estado actual del sector, así como su proyección futura.

El Curso CEMCO ha ido variando de temática y estructura a lo largo de su historia. En sus orígenes estaba dirigido, prácticamente a técnicos Iberoamericanos dando prioridad a la asistencia de profesionales procedentes del ámbito académico y por lo tanto, el programa tenía una estructura enmarcada dentro de áreas temáticas. Es a partir del año 82 cuando empiezan a incluirse como parte complementaria de ese programa, Seminarios Específicos dirigidos, no sólo a los participantes Iberoamericanos sino también a profesionales españoles procedentes de otros sectores productivos como Empresas, Industria, Administraciones, etc., con el fin de ahondar en los temas que en cada momento se consideraron prioritarios dentro del sector de la Construcción.

Sin embargo, lo que se han venido manteniendo a lo largo de todas las ediciones es el carácter teórico-práctico de su programa, el carácter multinacional y multidisciplinar del profesorado, las visitas técnicas tanto a obras de interés como a laboratorios, otros centros de investigación o empresas dentro del ámbito de Madrid y los viajes de estudio principalmente dentro de la geografía española.

	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Hormigón	1	1					1		2		2	3	4	3	3		4	5	4	3	**36**
Acero												1	3		1					1	**6**
Cimentaciones					1							2	3					1			**7**
Acústica														1							**1**
Instalaciones								1	3	1						4			4	1	**14**
Vidriería														1							**1**
Otros				1				1													**2**
Materiales								1		1		5		1				1			**9**
Sistemas constructivos y Control de calidad										1		2	1	2	3		1	1		2	**13**
Investigación aplicada										1					2	1	2		1		**7**
Teoría	3	1	1		1			3		1	1	1	1	1	1		1	1		1	**18**
	4	**2**	**1**	**1**	**2**	**0**	**1**	**6**	**5**	**5**	**3**	**14**	**12**	**9**	**10**	**5**	**8**	**9**	**9**	**8**	**114**

Tabla 1.
Número de monografías publicadas según línea de investigación y año

En la actualidad acaba de terminarse la XVI edición del mencionado Curso que sigue siendo referente en la formación de técnicos especialistas.

La producción científica

Los trabajos de investigación desarrollados en el Instituto a lo largo de este periodo han dado lugar a numerosas publicaciones. Consultada la base de datos de las bibliotecas del CSIC obtenemos los siguientes resultados en cuanto a la publicación de monografías se refiere. Entre 1945 y 1969 se publicaron por parte del Instituto 119 monografías. En el cuadro adjunto las hemos agrupado por años y por líneas de investigación.

En el cuadro ya puede apreciarse que el grueso de las publicaciones se llevó a cabo a principios de los años 60, manteniendo posteriormente un buen ritmo de publicaciones monográficas. Esto quizá pueda explicarse como consecuencia de la consolidación del instituto llevada a cabo a partir de mediados de la década de los 50, una vez inauguradas y puesta en marcha las nuevas instalaciones del Pinar de Chamartín. Otro factor que influyó en el espectacular aumento de la producción científica es el canon sobre la producción de cemento que se pagaba desde el año 1947 y que desde finales de la década de los 50 suponía para el Instituto una importante fuente de ingresos. Por otra parte, la mejora de las condiciones económicas del país en los años 60 y el fuerte crecimiento de las grandes ciudades en esos años, impulsaron fuertemente el desarrollo del sector de la construcción, y con él el de investigación tecnológica y científica.

Como puede verse en los números de las monografías publicadas en las diferentes líneas de investigación, las principales aportaciones del Instituto al mundo de la construcción se han dado en los campos del hormigón (y sus componentes, cementos, y áridos) y en el campo de los procesos constructivos. De alguna manera, había una línea muy fuerte de investigación en materiales, puramente teórica, y otra de aplicación de esos materiales a nuevos sistemas constructivos, sin olvidar nunca el fondo teórico que debía conocer el técnico involucrado en la construcción con los nuevos sistemas.

La aportación a la normativa española sobre construcción

Las publicaciones normativas pueden considerarse un caso particular de las monografías. Paralelamente a la producción científica llevada a cabo en esos años, el propio Instituto publicó una serie de documentos normativos:

- Instrucción H. A. 57.[21]
- Instrucción H. A. 58.
- Instrucción H. A. 61.[22]
- Recomendaciones para el proyecto y ejecución de cimentaciones superficiales (1961).
- Normas acústicas en la edificación (1961).
- Proyecto de Pliego de Condiciones para cimentación de muros (1962).[23]
- Instrucción para estructuras de hormigón armado (1962).
- Instrucción E. M. 62 para estructuras de acero (1962).
- Normas y Manuales (1969).
- Fontanería y Saneamiento. Prescripciones (1969).
- Vidriería. Prescripciones (1969).

Realmente, el Instituto no poseía capacidad normativa propia, pero sí fue el organismo encargado por los diferentes ministerios con competencias en el sector de la edificación de redactar normativa que el estado se encargaría de sancionar. La primera normativa en España sobre hormigón armado es la titulada[24] *Normas para el cálculo y la ejecución de estructuras metálicas, hormigón armado y forjados de ladrillo armado*, del año 1941, publicada por el Misterio de Gobernación. Esta será la norma en vigor hasta la publicación de la Instrucción H. A. de 1957, aunque en los años intermedios se publicaron *Hormigón armado: ábacos para el cálculo de secciones*, en 1947 y *Pliego de Condiciones de la edificación*, en 1948, que sin llegar a ser normas, eran publicaciones oficiales con el ánimo de facilitar el trabajo de los técnicos. Desde 1957, la preparación de la normativa técnica de la edificación —normas MV— fue responsabilidad del Ministerio de la Vivienda, tarea que antes desarrollaba la Dirección General de Arquitectura del Ministerio de Gobernación, creada en 1937. Con anterioridad a esta fecha, las disposiciones oficiales se referían a normas, de carácter más administrativo que técnico, dirigidas a solucionar problemas

de higiene, bien desde e punto de vista de exigencias de ventilación e iluminación de las dependencias destinadas a viviendas, o a las condiciones exigibles de las redes de suministro, evacuación y depuración de aguas.

Como puede verse, las primeras publicaciones de normativa en el caso del hormigón se realizaron en el Instituto en exclusividad. A partir del año 1968, comienza la publicación de las normas EH, que ha llegado hasta nuestros días. Estas normas han sido publicadas por los distintos ministerios de Fomento, pero siempre teniendo como asesor de gran peso al primero Instituto de la Construcción y el Cemento, y más adelante al Instituto Eduardo Torroja.

NOTAS

1. Helguera Quijada 1992.
2. López García 1993.
3. R. D. de 1898 para la creación del Laboratorio Central de Ensayo de Materiales: Tomando en consideración las razones que me ha expuesto el Ministerio de Fomento, y de conformidad con Mi Consejo de Ministros: en nombre de Mi Augusto hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como Reina Regente del Reino, Vengo a decretar lo siguiente: «Art. 1°.– Se crea en Madrid un Laboratorio Central de Ensayo de Materiales Aplicable a las Construcciones. Art. 2°.– Esta dependencia tendrá por objeto estudiar las propiedades y principalmente la resistencia de los materiales que con este objeto se entreguen por el Estado, por las Corporaciones y por los particulares. También se expedirán pruebas y certificados de las pruebas de ensayos que hubiese ejecutado. Art. 3°.– Los ensayos y pruebas se harán física, química y mecánicamente, para lo cual el Laboratorio estará dotado de máquinas y aparatos necesarios. Art. 6°.– El laboratorio Central de Materiales estará unido a la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos y será el Director el mismo que lo sea de la Escuela . . . El Ministro de Fomento, Germán Gamazo».
4. El CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) es el responsable de la investigación científica y desarrollo e innovación tecnológica en materia de hormigón y sus componentes, especialmente a través de su Laboratorio Central de Estructuras y Materiales.
5. Nadal 1999.
6. La Comisión Permanente del Hormigón ejerce la capacidad de propuesta normativa y de ella han emanado reglamentaciones técnicas como la Instrucción de Hormigón Estructural.
7. A través de las fichas de los Centros propios del CSIC que se conservan en su Archivo Central se puede observar la evolución del Instituto Torroja y sus líneas de investigación desde sus comienzos hasta la última remodelación en 1994. Tal y como consta textualmente: en 1934 se funda el Instituto de la Construcción y la Edificación. En 1946 se adhiere al Patronato Juan de la Cierva del CSIC, y en 1949 se fusiona con el Instituto del Cemento, creado por el Patronato en 1947, formándose el Instituto de la Construcción y del Cemento.
   20–10–1947. Reorganización del Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación.
   12–7–48. Cambio de denominación del Instituto Técnico de la Construcción y la Edificación por Instituto Técnico de la Construcción.
   Creación 10–6–49. Fusión de los Institutos del Cemento y de la Construcción en uno denominado Instituto de la Construcción y del Cemento.
   En 20–7–1961 cambio de denominación del Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento por Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento.
   Se incorpora a la denominación oficial «Eduardo Torroja» al fallecer el Profesor Torroja y en homenaje al mismo.
   Reestructuración 25–10–79.
   20–7–84. Reestructuración. Unidades Estructurales de Investigación.
   Ciencias de la construcción y de sus materiales.
   Tecnología de la Construcción y del Cemento.
   Desarrollo y Cooperación.
   5–5–89. Reestructuración y cambio de denominación del Instituto de ciencias de la construcción y del cemento Eduardo Torroja por Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja.
   Reestructuración 29–6–94. Departamentos:
   Edificación y habitabilidad.
   Ingeniería Estructural y Mecánica de Materiales Compuestos.
   Químico-Física de materiales de construcción.
   Síntesis, caracterización y estabilidad de materiales.
8. Nadal 1999.
9. *Memoria de las Actividades Desarrolladas por el Patronato «Juan de la Cierva Codorníu»*. 1947–48.
10. Torroja 1951.
11. Informes de la Construcción. 1949. 2, 12, 6–7.
12. Informes de la Construcción. 1949. 2, 8, 2.
13. Informes de la construcción. 1949. 2, 10, 4.
14. Determinación de la docilidad y trabazón del hormigón. Informes de la construcción. 1950, 3, 25, 11.
15. Informes de la Construcción. 1949, 2, 10, 4.
16. Informes de la Construcción. 1949. 2, 10, 4.
17. Informes de la Construcción. 1950. 3, 23, 8–9.
18. Informes de la Construcción. 1951. 3, 26, 3.

19. Informes de la Construcción. 4, 35, 11.
20. Informes de la Construcción, 1952. 5, 41, 5.
21. Torroja 1957.
22. Torroja 1963.
23. Oliveros Rives 1962.
24. Bellmunt i Rivas 2000.

Lista de referencias

Determinación de la docilidad y trabazón del hormigón. 1950. *Informes de la* Construcción. 3, 25, 11

Helguera Quijada, J. 1992. Las industrias artilleras en la época de Proust. 97–137. En *Ciencia, tecnología e industria en España. Herencias Institucionales y nueva política científica en la constitución del Patronato «Juan de la Cierva» (1939–1945),* 97–137.

Informes de la Construcción. 1949, 1950, 1951, 1952.

Instrucción. 1956. *Instrucción especial para estructuras de hormigón armado.* Madrid: ITCC

Instrucción. 1959. *Instrucción H. A. 58 especial para estructuras de hormigón armado del Instituto Eduardo Torroja de la construcción y del Cemento.* Madrid: CSIC.

López García, Santiago. 1993. *Ciencia, Tecnología e Industria en España. Herencias Institucionales y nueva política científica en la constitución del Patronato «Juan de la Cierva»* (1939–1945). Madrid. Fundación Empresa Pública. (Documento de trabajo 9.302, 21–28).

Nadal, Jaime. 1999. El Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento. *Informes de la Construcción*, 51: 462–9

Memoria de las Actividades desarrolladas por el Patronato «Juan de la Cierva Codorniu». 1947. 1948. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Memoria de las Actividades desarrolladas por el Patronato «Juan de la Cierva Codorniu». *1950.* 1951. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Torroja, Eduardo. 1951. Laboratorios de Ensayos. *Informes de la Construcción*, 5, 36, 12.

Varios Autores. 2000. *Manual de Diagnosis e intervención en estructuras de hormigón armado.* Barcelona: Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.

Avance de propuesta metodológica para el diagnóstico y análisis de estructuras de madera históricas

Alfonso Basterra
Gema Ramón
Isabel Barranco
Gamaliel López
Luis Acuña
Milagros Casado

Podemos distinguir dos enfoques a la hora de aproximarse a la inspección y análisis de una estructura de madera histórica, la mayor parte de las veces parcialmente degradada por los diversos agentes agresivos para el material leñoso. Los ingenieros suelen realizar un enfoque material o directo, con prevalencia del método científico. Sus conocimientos especializados y la familiaridad con técnicas instrumentales desarrolladas para el diagnóstico de la madera viva resultan de gran valor, pero su aplicación extensiva resulta muy laboriosa y requiere pericia, instrumentos y técnicas no disponibles de forma generalizada entre los agentes intervinientes habituales. Los arquitectos efectúan una aproximación más intuitiva y global, en la que aspectos no relacionados directamente con la estructura de madera intervienen de manera capital. Este enfoque indirecto ha de tener en cuenta, entre otras cosas, criterios teóricos pertenecientes a la teoría de la restauración y del proyecto arquitectónico, a la historia del monumento y su contexto, a las razones de todo tipo que motivan la intervención, etc. todo ello destilado a través de su propio criterio, sus intenciones arquitectónicas, su juicio sobre las posibilidades existentes y su propia valía y experiencia individual. La necesaria integración entre las diversas disciplinas, característica de la labor del arquitecto, exige tener en cuenta multitud de aspectos, lo que, en no pocas ocasiones, resta profundidad al estudio de aquellos que requieren análisis de cierta laboriosidad y detalle, como es el caso que nos ocupa. Este distinto enfoque dificulta la intercomunicación y transmisión de los requisitos y los datos resultantes entre ambos mundos, disminuyendo su eficacia y rentabilidad.

El trabajo que se presenta forma parte de una investigación más amplia que pretende poner a punto una metodología de inspección, representación y análisis orientada al proyecto, que sirva de base para la toma de decisiones de intervención sobre el amplio patrimonio construido con estructuras de madera. Se incardina en la línea de la aplicación de nuevos procesos y tecnologías relacionadas por una parte con el diagnóstico del estado de conservación de sistemas y elementos estructurales de madera pertenecientes a bienes inmuebles y, secundariamente, de partes estructurales de bienes muebles; por otra, con sistemas de representación hipermediática de resultados del análisis. Su desarrollo y posterior divulgación permitirá que puedan ser analizadas con criterios técnicos solventes sobre base científica, contribuyendo a su conservación y a una mayor eficiencia —eficacia a coste mínimo— en las operaciones de intervención y restauración.

Su realización es llevada a cabo por un grupo de investigación multidisciplinar de la Universidad de Valladolid (http://www.uva.es/maderas/), integrado por profesionales e investigadores con experiencia en los campos de la construcción y restauración arquitectónica y la tecnología de la madera; arquitectos e ingenieros de montes, respectivamente.

Objetivos

En España se vienen llevando a cabo en los últimos años, tanto a nivel nacional como regional, importantes actuaciones en materia de patrimonio histórico y cultural, destacando el amplio despliegue legislativo, la puesta en marcha de numerosos programas de recuperación, restauración y rentabilización de dicho patrimonio así como un gran esfuerzo formativo por parte de las universidades para preparar a especialistas en el sector. Por otra parte, los agentes involucrados en su gestión y conservación necesitan de la constante aplicación de tecnologías que consigan perfeccionar su actuación en los procesos de diagnóstico, protección, conservación, restauración y explotación sostenible de edificios históricos. Partimos de la base de que la conservación y revalorización del patrimonio histórico, entendido en sentido amplio, representa un valioso elemento vertebrador del espacio socio-cultural y de dinamización económica dentro de una política de explotación adecuada y sostenible de los recursos regionales o locales y de una estrategia de desarrollo económico, representando potenciales fuentes de empleo.

La madera, un material abundante y fundamental —en un doble sentido— en el patrimonio inmobiliario y monumental de España, no ha recibido hasta la fecha la atención que su protagonismo *de facto* requeriría. Ello es especialmente llamativo si se compara con el desarrollo que han conocido las técnicas de diagnóstico de materiales tales como el hormigón, el ladrillo, la piedra, los revestimientos o incluso el suelo. Esta situación, unida al papel francamente marginal de la madera como material estructural en los planes de estudio de la mayor parte de las titulaciones universitarias relacionadas (arquitectura, ingeniería de montes, ingeniería civil, etc.), lleva, con una enorme frecuencia, a la poco reflexiva, por no decir desorientada, eliminación del material estructural leñoso original, y su sustitución por alternativas como el acero o el hormigón. Tal modo de enfocar la intervención es:

- Desde un punto de vista técnico, inapropiado, salvo excepciones, dado el complejo comportamiento mecánico global de los edificios históricos. En ellos la sustitución de piezas estructurales ha de ser contemplada en relación con otras aparentemente no afectadas pero que interaccionan entre sí en un equilibrio complejo logrado a lo largo de los años.
- Desde un punto de vista teórico, contraria a los principios generalmente aceptados en nuestro entorno cultural.
- Desde un punto de vista económico, carente de lógica siempre que sus condiciones, débilmente analizadas, admitan su conservación.

Puede afirmarse que en el fondo de tal situación subyace una información científica y técnica insuficiente sobre la fiabilidad estructural de la madera a lo largo del tiempo, aún en estado de degradación parcial; o una deficiente transferencia de la misma desde los centros de investigación o los lugares desde donde se está produciendo. Uno de nuestros objetivos prioritarios debe apuntar a invertir tales actitudes implícitas en las prácticas actuales de intervención.

Por otra parte, el inminente Código Técnico de la Edificación, por primera vez en la historia de la normalización en España, preverá un conjunto de criterios para la evaluación de estructuras existentes, en consonancia con las metodologías probabilistas asumidas internacionalmente desde hace tiempo para el cálculo de estructuras con otros materiales, como el hormigón armado y el acero. Pero para que tal sistemática pueda ser realmente operativa será fundamental disponer de extensas bases de datos con información que relacione, en términos estadísticos, los resultados de diferentes análisis destructivos y no destructivos con el valor de la probabilidad de que cada pieza alcance determinados valores de rigidez o resistencia. En España está trabajando intensamente en esa línea el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria —INIA— y, con la modestia debida, este proyecto aspira también contribuir a enriquecer los datos disponibles y, sobre todo, su interpretación aplicada.

Además, el conocimiento preciso de la capacidad mecánica del material existente tendrá efectos medioambientales positivos, por dos vías fundamentales. En primer lugar reducirá la actual tendencia a la utilización acrítica y generalizada de biocidas en intervención sobre el patrimonio (que, por lo demás, las reglamentaciones europeas están tendiendo a restringir al máximo). En segundo, favorecerá la utilización en las intervenciones de materiales leñosos originales, en la mayoría de los casos de origen nacional. A escala europea es generalizada la convic-

ción de que el incremento del uso de madera en la construcción a todos sus niveles es una de las claves para generar impactos ambientales positivos en el sector forestal.[1]

El objetivo principal de este del proyecto del que este trabajo forma parte es desarrollar y poner a punto una sistemática normalizada de inspección, representación y análisis de resultados que sirva de base para la toma de decisiones sobre las estructuras de madera históricas, sean de carácter monumental o no. Apunta a la obtención de la capacidad residual de piezas estructurales de madera parcialmente degradadas mediante el empleo de métodos no destructivos y quasi-no destructivos susceptibles de ser aplicados mayoritariamente in situ, apoyándose en el perfeccionamiento y adaptación contextual de métodos de ensayo ya experimentados internacionalmente a las peculiaridades de las piezas estructurales de madera más frecuentes en el patrimonio histórico-cultural de España. Tales peculiaridades han de entenderse en términos de especies, geometría (resultado de su silvicultura y su proceso), y las patologías más habitualmente encontradas. El proyecto contempla la validación de los resultados de dichas técnicas y los obtenidos mediante ensayos destructivos, hasta la rotura.

Su condición de metodología orientada al proyecto, facilitaría un procedimiento contrastado y de calidad para el establecimiento de criterios y propuestas de intervención homogéneas y comparables para una extensa población de casos que se caracterizan precisamente por su diversidad en términos tipológicos, materiales, patológicos, etc. Ante situaciones homologables se podrán adoptar decisiones técnicamente solventes en un proceso que facilite el acierto de las mismas y registre los procesos que llevaron a ellas para revisiones posteriores, en su caso.

El ámbito de aplicación abarcaría desde los proyectos de intervención de rehabilitación o restauración de más ambicioso y profundo alcance hasta las meramente rutinarias labores de mantenimiento y conservación. Por lo tanto, sus destinatarios serán los técnicos encargados de intervenir en el patrimonio construido, así como los propietarios, usuarios y gestores de las administraciones públicas con competencias en la materia. La extensión del proyecto, tanto en términos de aplicación de resultados, como de población del sistema de datos, abarca todas las áreas geográficas del estado. Los resultados podrían así servir de base normativa pues la información obtenida permitirá la práctica de la evaluación de construcciones en madera existentes dentro del marco normativo de la legislación española, tal y como estará configurada a corto plazo. Por otra parte, al utilizar un sistema de almacenamiento de datos de concepción coordinada con las tendencias actuales en Europa, podrá beneficiarse de la inclusión de información de bancos de datos de otros países de nuestro entorno. En sentido contrario, el aporte de la información y resultados a diferentes países europeos, permitirá contribuir a investigaciones en curso en el campo de que se trata.

Estado de la cuestión

El problema de la determinación de la fiabilidad estructural de construcciones de madera existentes ha sido afrontado a lo largo de la historia basándose, fundamentalmente, en la realización de inspecciones visuales y rudimentarios ensayos de impacto de tipo artesanal, cuyo resultado se evaluaba sobre la base de un expertizaje de carácter empírico. Estos métodos, si bien pueden considerarse incompatibles con la metodología científica actual, han demostrado ser de una aceptable eficacia técnico-económica, hasta el punto de que aún en algunos puntos de Europa (especialmente, Hungría) se conserva el *derecho gremial* de determinados especialistas a ser los únicos autorizados para la inspección de estructuras de madera existentes. A lo largo del primer tercio del siglo XX aparecen en Norteamérica y Europa las primeras normas de clasificación visual de madera para su uso estructural. Dichas normas han evolucionado a lo largo de sus aproximadamente 70 años de vida mediante ajustes metodológicos y biogeográficos.

El futuro Código Técnico de la Edificación español, actualmente en avanzado proceso de elaboración, establece una serie de clases resistentes para la madera de uso estructural. Además, proporciona criterios de correspondencia entre dichas clases resistentes y las calidades contempladas en diferentes normas internacionales de clasificación visual; entre ellas las españolas, europeas y norteamericanas. Pero todas ellas han sido desarrolladas para la clasificación del producto de primera transformación más extendido —el tablón procedente del aserrado— y de especies comunes de cada mercado. Por consiguien-

te, existen dificultades evidentes a la hora de aplicar dicha información en la evaluación de estructuras existentes, que se extienden y agravan cuando se trata de estudiar barras estructurales de grandes escuadrías, de especies y/o variedades y/o prácticas silviculturales y/o procesos industriales no habituales (o inexistentes) actualmente, o barras estructurales de sección circular, características todas ellas frecuentes en el patrimonio histórico.

Además, la aplicación subsidiaria de una norma «estándar» de clasificación visual tiende, con carácter más o menos general, a subestimar la calidad estructural de una pieza de los tipos aludidos. Por ello, el resultado de su utilización, aun en el mejor de los casos, puede inducir a desestimar la conservación de estructuras perfectamente viables.[2]

Durante los años inmediatamente anteriores y posteriores a la Segunda Guerra Mundial se asistió a un acelerado desarrollo del conocimiento tecnológico de la madera como material estructural. En la década de los 60 (s. XX), como consecuencia del saber acumulado sobre la relación entre las propiedades físicomecánicas del material y determinados fenómenos, se promovería, por el US Forest Products Laboratory, una serie de simposios sobre ensayos no destructivos de la madera. El primer simposio europeo tuvo lugar en Sopron, en la Universidad de Hungría Occidental, en 1994. Dichos encuentros constituyen el principal fondo documental para el análisis y seguimiento de la aplicación de tecnologías de evaluación no destructiva de estructuras de madera. Los métodos actualmente disponibles han sido compendiados por (Arriaga et al. 2002) y pueden agruparse en cuatro tipos fundamentales:

- Métodos seudo no destructivos (escucha del impacto, medición de la resistencia a la penetración del taladro, medición de la resistencia superficial al impacto puntual, etc.)
- Métodos sónicos y ultrasónicos (basados en diversos modos de análisis de la velocidad de propagación y el espectro de ondas de diferentes frecuencias).
- Otros (medida directa de la deformación, propiedades eléctricas, radiaciones, etc.).

Sin embargo, la aplicación de tales métodos a estructuras existentes puede no resultar viable y, además, aparecen problemas específicos, extremadamente dependientes de factores de carácter local, que hacen problemática la interpretación de los resultados. Cabe destacar a este respecto aspectos tales como:

- La necesidad de completar total o parcialmente los ensayos "in situ", pues en muchas ocasiones resulta imposible el traslado de piezas al laboratorio.
- La imposibilidad, salvo excepciones, de utilizar ensayos destructivos.
- Los ya citados en lo referente a la clasificación visual estructural.
- La dependencia, en la interpretación de los resultados de la mayor parte de los fenómenos, de la especie de que se trate.
- Los variados comportamientos y patrones de agresión bióticos y abióticos en las diferentes áreas geográficas.

En Europa se han venido realizando algunas experiencias puntuales (ver bibliografía), cuya orientación y relativamente pobre difusión hace difícil su utilización generalizada o sistemática. Aún más difícil resulta su aplicación a las condiciones específicas del patrimonio inmobiliario y monumental en el entorno español. Por ello, en este proyecto pretendemos poner a punto procesos específicos de aplicación inmediata basados en:

- Métodos que precisen equipos portátiles disponibles en el mercado a costes asumibles en el amplio contexto de la construcción y la restauración arquitectónicas a escala estatal.
- Métodos para los que existen equipos portátiles de probada operatividad y eficacia en obra, incluyendo la emisión acústica.
- Métodos que ofrezcan la información más directamente aplicable a la evaluación estructural (lo cual excluye la resistencia a la penetración de aguja).
- Métodos que consideren las condiciones específicas del patrimonio inmobiliario y monumental, las técnicas vernáculas, las especies forestales más abundantes, etc. del entorno regional de España.

Avance de metodología y plan de trabajo

Diseño del sistema de datos

Se ha desarrollado una aplicación informática para la clasificación visual de la madera (Llorente et al. 2004) con la finalidad de sistematizar la entrada de datos procedentes de la clasificación visual de vigas (norma UNE 56.544), del ensayo de flexión (norma UNE EN 408) y del ensayo por ultrasonido Sylvatest,[3] aplicable a madera de uso estructural para las principales especies de coníferas españolas. Se trata de una herramienta de trabajo que permite establecer un sistema objetivo de clasificación atendiendo a criterios de clasificación visual, físicos y mecánicos. Admite la incorporación de datos referidos a:

- Características y singularidades de cada viga:
  - Características generales.
  - Singularidades ligadas a la estructura de la madera y al aserrado de las piezas.
  - Caracterización de los nudos.
  - Caracterización de las fendas.
  - Caracterización de las gemas.
  - Caracterización de las bolsas de resina.
  - Otras singularidades ligadas a la estructura de la madera.
- Alteraciones de tipo biológico.
- Propiedades físico-mecánicas de la viga.
- Ultrasonidos.

Se basa en recoger y clasificar sistemáticamente la presencia de los defectos habituales en la madera, dada su probada influencia en la capacidad resistente. El criterio adoptado en la aplicación para medir las características y singularidades de las distintas vigas es el de la norma española UNE 56.544: 2003. Aunque la evaluación de los defectos más frecuentes en la madera difiere más o menos de una norma a otra, el programa trata de dar una aproximación a la clasificación visual en base a otras normas de clasificación europeas como la NF B–52–001 francesa, la DIN 4.074 alemana, o la INSTA 142 de los Países Nórdicos. De este modo se puede conocer la asignación de propiedades mecánicas que se obtendrían en el caso de utilizar otras normas internacionales de clasificación. La incorporación permanente de información a la base de datos representa una estructura de auto feed-back que aumenta el rigor en la estimación de las propiedades resistentes de las vigas según crece el número de registros incorporados.

En definitiva, la aplicación establece una propuesta resistente para cada viga aprovechando la información disponible tanto de la clasificación visual como del ensayo por ultrasonidos. En base a los datos obtenidos, proporciona el modelo de predicción del valor del Módulo de Rotura (MOR), teniendo en cuenta tres factores que explican dicho modelo: el Módulo de Elasticidad Global de Canto (MOEGTO), la velocidad de transmisión de la onda en el ensayo por ultrasonido y una función de defectos. Para cada sección de defecto (secciones donde se insertan los nudos que suelen aparecer agrupados), tendremos dos valores (tracción y compresión) que vendrán expresados por la suma de todos los diámetros de los nudos que en ella se encuentren, para las zonas de tracción y compresión, multiplicadas por un coeficiente dependiente de la ubicación de esta sección dentro de la pieza y obtenido a través del diagrama de momentos. Ese coeficiente «c» (momentos), dependiente del valor del momento en cada sección, puede establecerse para cada pieza como un valor entre 0 y 1, valores extremos correspondientes al máximo y al mínimo del diagrama de momentos. Para el total de la viga, se podrán establecer dos únicos valores (Funciones de defectos), uno para la zona de tracción y otro para la de compresión, que represente globalmente el número de nudos, su tamaño (diámetro) y su situación en la pieza, que vendrá expresado como el sumatorio de las funciones anteriores para todas las superficies de defecto que aparezcan en la viga. La estimación del módulo de rotura proporcionada por el software, podrá realizarse partiendo, bien de la muestra de vigas existente en cada uno de los lotes, o bien de la población total de vigas existentes en la base de datos de la misma especie.

El sistema está siendo actualmente experimentado por miembros del grupo de investigación (Acuña. et al. 2004) constatándose la eficacia de la utilización de la función de defectos en la predicción del valor de la resistencia a la rotura de las vigas de madera.

Integración de la información previa

La metodología cuyos avances se presentan en esta comunicación ha sido ejemplificada experimentalmente en quince edificios declarados Bien de Interés

Cultural, en un trabajo ya publicado (Basterra et al. 2004) que fue financiado por la Dirección General de Patrimonio y Bienes Culturales de la Junta Castilla y León. Para tal trabajo se contaba con un banco de información previa constituido por dos tablas de datos heredadas: la del inventario de Bienes de Interés Cultural (BIC) de la Dirección General de Patrimonio de la Junta de Castilla y León y los datos básicos relativos a Castilla y León de las bases iniciales del proyecto de inventario de estructuras de madera del Instituto de Patrimonio Histórico Español (IPHE).[4]

El banco de datos desarrollado, de carácter relacional, es capaz de almacenar y acceder a información y documentación en formatos digitales diversos sobre los casi 2000 monumentos declarados BIC de Castilla y León y, concretamente, al estado y diagnóstico de sus estructuras de madera. Además, admite la integración de documentación bibliográfica convencional y documentos y datos obtenidos de arquitectos y agentes que hayan intervenido anteriormente en el monumento (fig. 1).

Inspección

Como núcleo central del trabajo se ha estructurado una metodología orientada desde la inspección al proyecto (fig. 2). En ese momento, en el que la toma de decisiones resulta crítica, debe disponerse de un análisis completo, en el que converjan los datos previos recopilados con los resultados de la inspección específica. Todo ello en un sistema relacional que permita navegar a través de todos ellos, en los distintos momentos del proyecto.

Para la inspección se han establecido tres niveles de análisis (fig. 3). El Nivel Básico se corresponde con la inspección ocular superficial, la ayuda de herramientas sencillas como el punzón o el martillo de goma, y el apoyo de sistemas gráficos de representación convencional: dibujo y fotografía. Puede obtenerse una razonable aproximación a la especie de que se trata e identificar y localizar familias de patologías por sus signos exteriores, incorporándolos después a un sistema de información integrada con los planos que permita establecer criterios y recomendaciones esenciales sobre la estructura. El Nivel Instrumental conlleva la utilización de técnicas específicas del diagnóstico en madera: xilohigrometría, lecturas de propagación de ultrasonidos y extracción de perfiles resistográficos. Además, se toman muestras para la identificación microscópica de la especie y se intensifica la adquisición de imágenes mediante video digital y fotografía exhaustiva. Se identifican patologías concretas, con representación gráfica de las zonas o barras afectadas. El nivel más avanzado se alcanza con el Análisis Estructural que, por no significar estrictamente labores de inspección, se describe en apartados siguientes.

El proyecto contempla la realización, en el Laboratorio de Maderas de la Universidad de Valladolid (Campus «La Yutera», Palencia), de ensayos destructivos según la norma UNE EN 408, de determinación de las propiedades físico-mecánicas, obteniendo los valores característicos según las indicaciones de la norma UNE EN 384.

Representación y codificación

La diversidad tipológica y superficies de tan distinto tamaño y forma en los edificios históricos objeto de estudio ha requerido el desarrollo de una codificación

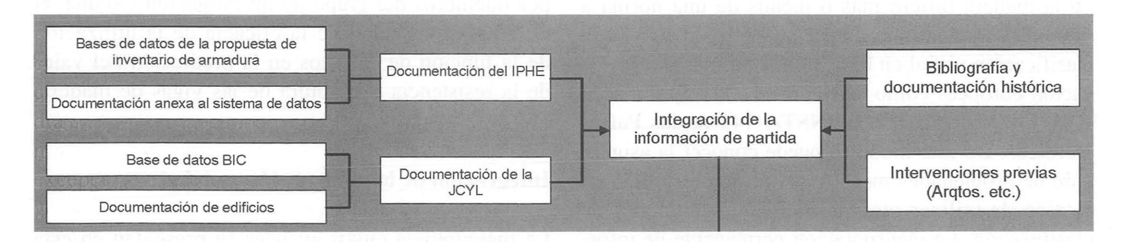


Figura 1
Información previa integrada

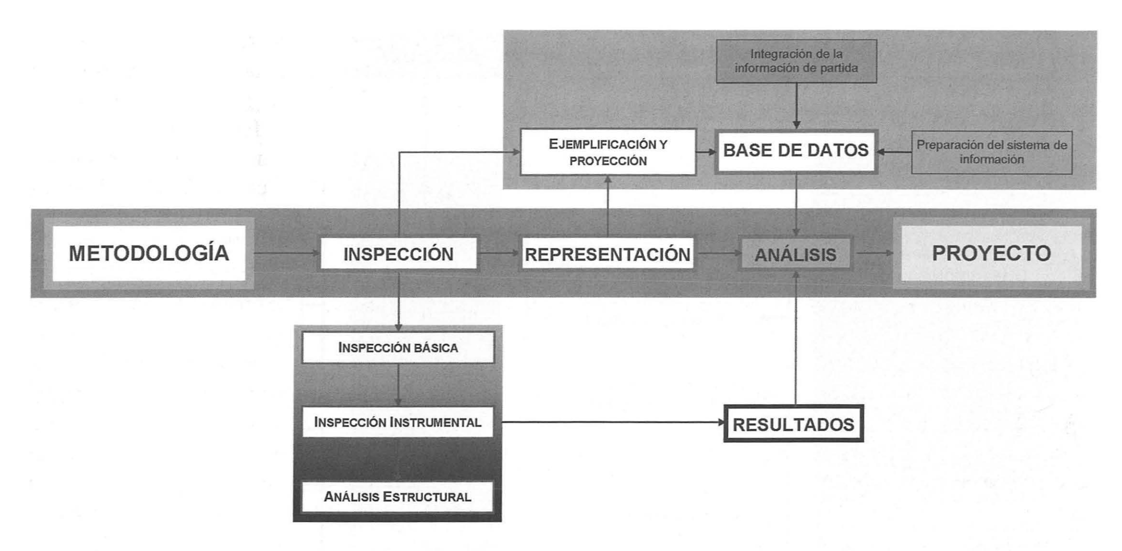


Figura 2
Metodología general (resumen)

de zonas que, para cada edificio, permita identificarlas en los documentos asociados. El sistema elegido está basado en una cuadrícula virtual, superpuesta a la planta que, a modo de hoja de cálculo, designa unívocamente cada área. Para posibilitar la entrada de un número universal de casos, a veces las celdas deben dividirse en órdenes jerárquicamente menores, de forma que la designación no tiene sólo dos caracteres, sino varios.

El manejo de un volumen de información de tal tamaño,[5] y la previsión de ampliación de la población de casos, ha exigido una codificación rigurosa en el nombre y formato de los mismos y su estructura de almacenamiento (Basterra et al. 2004).

Para facilitar el intercambio de los ficheros se ha seleccionado el formato Acrobat© PDF de Adobe, por su aptitud para integrar datos heterogéneos, su fácil difusión y el carácter gratuito de su lector estándar. Permite abrir y manejar documentos generados con aplicaciones de diseño gráfico, dibujo asistido, retoque fotográfico, video digital, etc. sin necesidad de disponer de las aplicaciones capaces de manejar y generar la información en origen. Además incorpora posibilidades de navegación que, si bien no tan conocidas y familiares como las de tipo web, permiten funcionalidades parecidas.

Análisis estructural y evaluación de datos

El Análisis Estructural comporta el cálculo de una serie de elementos representativos de la estructura aplicando los criterios de los códigos experimentales europeos —Eurocódigo 5—, directamente relacionados con el Código Técnico de la Edificación de próxima vigencia en España. Para ello se han desarrollado una serie de hojas de cálculo paramétricas que, con la variación de los datos de partida, efectúan una rápida peritación del elemento deseado. Dichas tablas están disponibles para investigadores e interesados en el Departamento universitario de los autores de este trabajo.

Se realizan estudios de correlaciones entre el perfil mecánico real de la pieza y datos obtenibles en inspección visual directa (singularidades de crecimiento y síntomas de degradación) o inspecciones métricas básicas posibles *in situ*. Igualmente se estudian correlaciones entre informaciones no destructivas de carácter numérico (geometría precisa de la pieza, datos de extracción de tornillo, propagación de sonido, perfiles resistográficos, ensayo a flexión controlada) y el perfil mecánico real de la pieza obtenido en rotura. Finalmente se establecerán predictores asociados a cada metodología de evaluación.

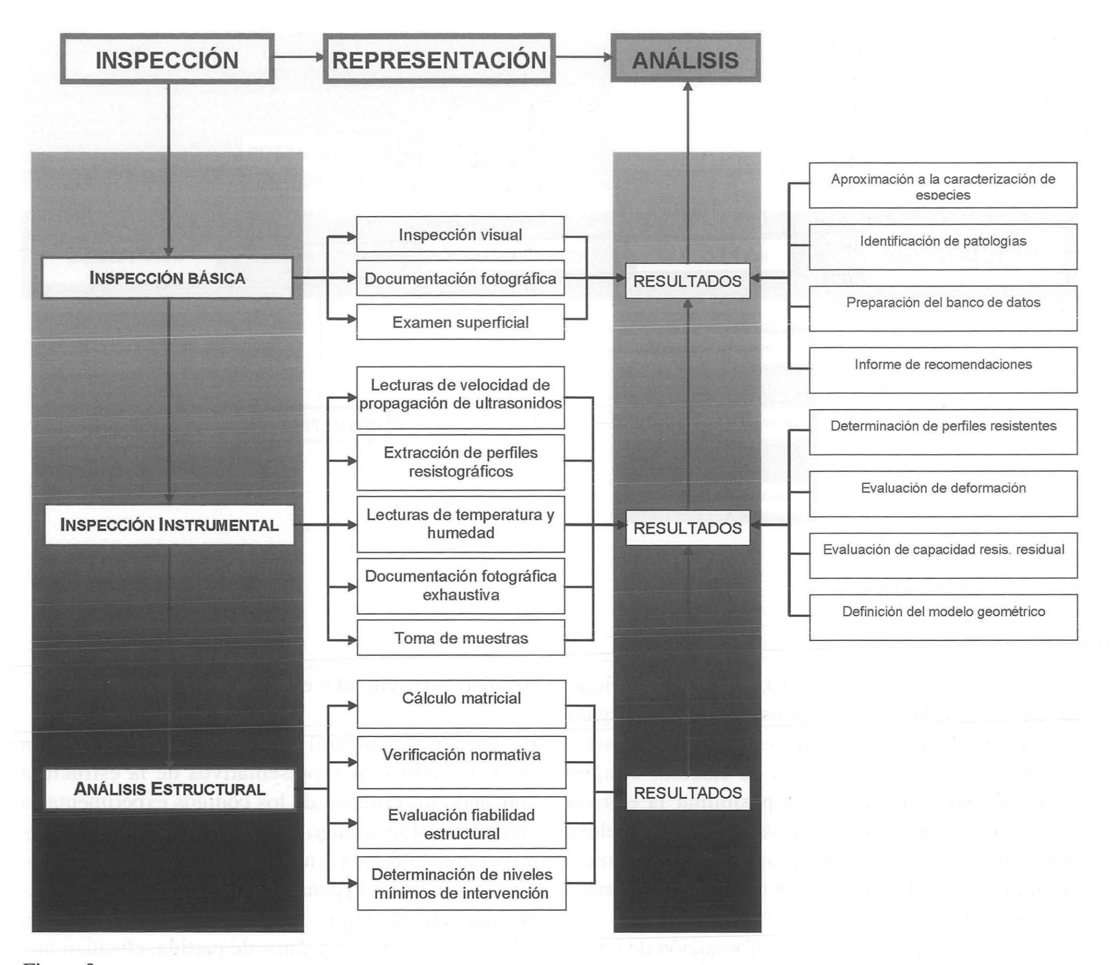


Figura 3
Niveles de inspección

Conclusiones provisionales y lineas de trabajo

Las técnicas convencionales (reconocimiento visual, punzón, martillo de goma) han demostrado su competencia en un número relevante de los casos, pudiendo completarse con nuevas técnicas en desarrollo. Sistemas portátiles de iluminación halógena recargables han servido de apoyo insustituible en la mayoría de los casos. El xilohigrómetro se ha mostrado fundamental para la aproximación a las zonas lesionadas o potencialmente degradables. La velocidad de propagación de ultrasonidos precisa aún investigación y puesta a punto para poder obtener datos fiables en maderas de gran escuadría, parcialmente degradada y puesta en obra. El resistógrafo, por el contrario, ha aportado utilidad para la inspección de zonas de madera no visibles pero cuyo estado reviste importancia, como los extremos empotrados en condiciones desfavorables, muy sensibles a la pérdida de capacidad resistente e, incluso, a una progresiva desintegración material. En esta línea trabajan actualmente investigadores del grupo, con resultados prometedores que esperamos aportar en un futuro próximo.

Se ha constatado que las normativas nacionales de referencia[6] no son de aplicación directa a la compro-

bación de la seguridad estructural de estructuras existentes, por lo que precisarán necesariamente metodologías específicas de verificación de las prestaciones exigidas.

En los ensayos efectuados se ha comprobado la eficacia de la utilización de la «Función de defectos», incluida en la aplicación informática que se ha descrito más arriba, es útil para la predicción del valor de la resistencia a la rotura de las vigas de madera.

En cuanto a la ejemplificación experimental de la metodología descrita, ensayada en una serie pequeña pero representativa de quince edificios monumentales, ha arrojado las conclusiones que detalladamente ya han sido publicadas (Basterra et al. 2004) y de las que podríamos destacar las siguientes.

En general los accesos a las estructuras —cuando existen— resultan impracticables, deficientes o inseguros. Sin embargo la funcionalidad de un sistema de este tipo facilitaría la inspección y mantenimiento rutinario, con posibilidad de corrección de defectos en fases iniciales y costos asequibles para las ventajas potenciales esperables. En no pocos casos es imposible acceder a las zonas objeto de estudio, en ocasiones como consecuencia de desafortunadas intervenciones recientes.

Se han encontrado multitud de refuerzos inapropiados, incorporados de forma desorientada para corregir o evitar fallos locales. Estos elementos han modificado el esquema resistente, generando esfuerzos adicionales sobre elementos no previstos para ello. En algunos casos se han reducido sus valores absolutos, y las generosas escuadrías han podido tomarlos sin mayores dificultades. Sin embargo otros han producido o producirán a corto plazo daños, deformaciones y roturas.

En la muestra de monumentos analizados se ha encontrado una presencia mayoritaria de madera de coníferas, fundamentalmente pino de la especie *Pinus sylvestris* y, en menor medida, *Pinus pinaster.* Sus características morfológicas y biológicas apuntan a elementos de rechazo a la vista de la normativa de clasificación visual española, pensada para unas escuadrías y tamaños anómalos en edificios históricos. Otras normas internacionales (DIN 4.074–1989) pueden adaptarse mejor a la clasificación visual de las barras comunes en los sistemas estructurales de monumentos. Por lo tanto, como en este trabajo se ha expuesto, puede considerarse pendiente un método estándar para asignar unívocamente una clase resistente a piezas de madera de las características habituales en el patrimonio monumental, mediante técnicas no destructivas. Ello dificulta extraordinariamente fases posteriores de comprobación estructural, a pesar de estar codificadas de forma mucho más completa. La futura extensión del trabajo iniciado permitirá avanzar en la aplicación de los métodos probabilistas adoptados en la normativa más reciente y en la de aparición inminente, en los términos en que se han publicado los proyectos correspondientes. Por otra parte, el incremento del banco de datos anatómico podría manifestar interesantes relaciones entre el patrimonio monumental y la historia forestal de la región.

Las degradaciones más frecuentes son de origen biótico, principalmente por combinación en diferentes proporciones de hongos de pudrición e insectos xilófagos de ciclo larvario, fundamentalmente de la familia de los anóbidos (carcoma) y, de forma puntual, de cerambícidos. No se ha detectado la presencia de insectos de tipo social (termitas). Salvo casos excepcionales los ataques detectados son de intensidad media sobre la albura, no pasando de profundidades del orden de los 2 cm. Esto implica, por lo general y con notables excepciones, una pérdida de sección resistente poco importante para los tamaños de escuadría comunes en dichos edificios. No obstante, las cabezas de los elementos estructurales empotradas en los muros son puntos donde la consecuencia de estos daños puede suponer una perdida parcial o completa de su capacidad de carga. No obstante, y a este respecto la modestia cuantitativa del muestrario manejado hasta ahora no permite sacar conclusiones taxativas, por lo que otra importante utilidad del desarrollo futuro del trabajo será el posible establecimiento de un mapa de riesgos biológicos para la madera presente en las estructuras históricas, que orientaría más adecuadamente la utilización de biocidas químicos, la prescripción de detalles constructivos estándar específicos o el aprovechamiento de las propiedades de durabilidad natural de las especies. La medida generalizada de actuación convencional suele consistir en un tratamiento químico con carácter curativo y preventivo, mediante la aplicación por pincelado o pulverizado de un producto con propiedades fungicidas e insecticidas. No obstante, la limitada eficacia de estos tratamientos superficiales y sus costes medioambientales asociados irán progresivamente limitando su aplicación. Con carácter gene-

ral debería, al menos, complementarse con inspecciones preventivas, sistemáticas y rutinarias, basadas en las informaciones que se vayan acumulando en la base de datos, que podría incluir sistemas de alerta y alarma programadas de forma automática o casi-automática.

En definitiva, este trabajo, en su versión final (fig. 2), intentará contribuir a establecer criterios y procesos de aplicación general para la inspección y diagnóstico de estructuras de madera, sistematizando la recogida y gestión de los resultados de su análisis en un proceso orientado al proyecto.

En un futuro, y como continuación natural de la investigación en curso, los objetivos podrían hacerse extensibles a la estructura en su conjunto, lo que conlleva el análisis del complejo comportamiento de los nudos y la interacción de las piezas a través de ellos y con otros sistemas y elementos estructurales y constructivos. La aplicación de métodos numéricos como el de los elementos finitos, por ejemplo, puede representar en un futuro próximo la posibilidad de sustituir determinado tipo de ensayos por su simulación virtual infográfica, con la consiguiente reducción de costes. Para ello la investigación ha de ir conociendo y poniendo a punto las variables fundamentales que permitan su implementación en este tipo de estructuras, como ya está siendo en estos momentos investigado por otros grupos a escala internacional.

Agradecimientos

Este proyecto está financiado por el Ministerio de Fomento en el marco de las Acciones Estratégicas sobre «Mantenimiento y evaluación de estado de obras y edificios» del Área Sectorial «Construcción Civil y Conservación del Patrimonio Histórico Cultural» del «Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000–2003», con la colaboración de la Junta de Castilla y León y la empresa privada Técnicas para la Restauración y Construcciones, TRYCSA.

Notas

1. Evidentemente, esto es cierto supuesta la adecuada gestión de los bosques de origen del material, algo que, con matices, puede considerarse aceptable al menos en el seno de la CE.
2. La norma UNE 56.544: 2003, actualmente vigente, clasifica como madera no estructural, o de rechazo, cualquier presencia de galerías de insectos xilófagos, condición excluyente, de principio, para casi cualquier elemento estructural de madera de cierta antigüedad.
3. Este aparato comercial consta de dos sondas que actúan una como emisor y otra como receptor, acopladas a una estación que recoge el tiempo (en μs) de propagación de la onda emitida a 30 kHz, al atravesar la madera. Con el fin de conseguir un contacto íntimo con la madera, las sondas tienen una forma cónica y se practica un orificio de 5 mm de diámetro y 1 cm de profundidad en las zonas donde se introducen los extremos de los palpadores.
4. Este amplio estudio, realizado en los años 80 y dirigido por el Dr. Enrique Nuere, estuvo orientado a la recopilación de información para un futuro inventario de estructuras de madera de interés en el Patrimonio. Con su autorización, en este trabajo se ha importado la información correspondiente a Castilla y León estructurada en una base de datos y soportes digitales obsoletos, preparando la metodología para la futura extensión al resto de los datos almacenados, en su caso. El archivo original pertenece y está depositado en el IPHE y el contenido importado se reproduce en 12+3 sin modificación alguna.
5. La metodología ejemplificada en 12+3 conllevó la creación de más 1.800 archivos (planos, memorias, fotografías y secuencias de video digital, documentos previos escaneados, etc.), distribuidos en 82 carpetas.
6. Códigos experimentales europeos —Eurocódigo 5— y Código Técnico de la Edificación, de próxima vigencia en España.

Lista de referencias

Acuña L.; Casado, M.; Basterra, A. et al. 2004. Evaluación resistente no destructiva de madera de Pinus pinaster Ait. de las regiones de procedencia «Gredos» y «Bureba-sierra de Oña». En *I° Congresso iberico a madeira na construção.* Guimarães-Braga: Paulo Cruz (ed.). ISBN 972–8692–10–2.

Acuña L.; Llorente A.; M. Casado y C. Herrera. 2001. *Clasificación de la madera de Pinus sylvestris L. Mediante ensayos no destructivos.* III Congreso Forestal Español. Granada.

Argüelles, R.; Arriaga, F. [1996] 2000. *Estructuras de madera. Diseño y cálculo.* AITIM, Madrid.

Arriaga, F.; Peraza, F.; Esteban, M.; et al. 2002. *Intervención en estructuras de madera.* AITIM, Madrid.

Arriaga, F.; García, L.; Gebremedhin, K. G.; Peraza, F. 1992. Evaluación de la capacidad portante de forjados antiguos con vigas de madera. Revista *AITIM* nº 161: 51–62.

Basterra, A.; Acuña L.; Casado, M.; et al. 2004. Evaluación preliminar de la estructura de madera de quince (12+3) monumentos declarados B.I.C. en Castilla-León. En *Iº Congresso iberico a madeira na construção.* Guimarães-Braga: Paulo Cruz (ed.). ISBN 972–8692–10–2.

Bertolini, C.; Brunetti, M.; Cavallero, P.; Macchioni, N. 1998. A non destructive diagnostic method on ancient timber structures: some practical application examples. In *5th World Conference on Timber Engineering, Montreaux, Switzerland,* vol. 1, 13–37.

Bonamini, G. 1996. Restoring timber structures: inspection and evaluation. In *Timber engineering Step 2.* Centrum Hout, Holanda.

Bonamini, G.; Ceccotti, A.; Montini, E. 1992. Indagini non distruttive per la venfica strutturale di legno antico. Dipartimento di Ingegneria Civile. Universita di Firenze. *Legno materiale per I'ingegneria civile. Raccolta Monografica. Sezione strutture nº 16/90,* 118 p.

Ceccoti, A.; Togni, M. 1996. NDT on ancient timber beams: assement of strength/stiffness properties combining visual and instrumental methods. In *10th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Lausanne.*

Kuklík, P.; Dolejs, J. 1998. Nondestructive evaluation of structural timber. In *5th World Conference on Timber Engineering, Montreaux, Switzerland,* vol. 1, 692–699.

Laffarga, J. 1992. Aplicación de la programación de ondas ultrasónicas para el estudio de las maderas. *Revista de Edificación RE.* Universidad de Navarra, 11: 21–28.

Llorente, A.; Acuña L.; Casado, M.; et al. 2004. Aplicación informática para la clasificación visual de la madera. En *Iº Congresso iberico a madeira na construção.* Guimarães-Braga: Paulo Cruz (ed.). ISBN 972–8692–10–2.

Rinn, F., 1994. Resistographic inspection of building timber. In *Pacific Timber Engineering Conference, Gold Coast, Australia*, vol. 2, 469–478.

Rodríguez, C.; Rubio, P. 2000. *Evaluación del estado de la madera en obras de rehabilitación mediante técnicas de ultrasonidos.* Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción. Universidad de Sevilla.

Precedentes históricos de colaboración entre acero y hormigón en la construcción de puentes

Jorge Bernabeu Larena

La colaboración entre acero y hormigón ofrece una gran variedad de soluciones y posibilidades constructivas en una combinación simbiótica de las características de cada material. La comunicación analiza los precedentes históricos de estos usos conjuntos que manifiestan desde su origen una decidida voluntad constructiva.

Ya en el XIX los primeros procedimientos de puesta en obra del hormigón plantean estructuras metálicas embebidas que ofrecen su capacidad portante para el cuelgue de los encofrados evitando apeos y cimbras. A principios del XX la componente constructiva tiene nuevamente una importancia trascendental en la ejecución de puentes arco de hormigón.

Los condicionantes específicos de los puentes, en particular la materialización de una plataforma de rodadura y la necesidad de hacer frente a sobrecargas mayores con vanos de mayor luz, orienta la evolución del uso combinado de los materiales. La sección metálica deja de estar embebida en el hormigón descolgándose de la losa superior y adquiriendo un protagonismo resistente, tipológico y constructivo. En las dos décadas de reconstrucción que vive Europa tras la Segunda Guerra Mundial se definen las bases de los puentes mixtos a partir de las realizaciones metálicas alemanas. Además su colaboración constructiva, ambos materiales se combinan en una respuesta resistente conjunta.

El uso de perfiles embebidos en los primeros forjados de hormigón

Desde finales del siglo XVIII se emplearon vigas de hierro en edificación. Así, en 1782, el arquitecto francés Ango puso a punto un sistema de forjado metálico que se generalizó en París hasta casi 1850 (Brown 1967, 136). El procedimiento más general para la formación del piso, heredado directamente de la construcción tradicional con vigas de madera, consistía en la disposición de bovedillas de ladrillo entre las vigas metálicas. La resistencia al fuego de este tipo de estructuras se convirtió en una preocupación a la que se respondió embebiendo parcial o totalmente los perfiles metálicos en yeso.[1]

A mediados del siglo XIX, el hormigón comienza a sustituir paulatinamente en las estructuras de edificación a las bovedillas de ladrillo y a los recubrimientos de yeso.

Una de las primeras referencias es el forjado plano de la casa Coignet, construida en St. Denis, rue Charles-Michel, por el propio François Coignet en 1853. El constructor francés percibió el potencial del hormigón como material de construcción de carácter monolítico y resolvió su falta de resistencia a la flexión embebiendo elementos metálicos para constituir losas de piso. En 1855 patenta el procedimiento en Inglaterra y en 1861 publica en París «Bétons Agglomerés Appliqués à l'Art de Construire». El esquema de armado, muy similar al de la casa Coignet, se define mediante vigas de hierro forjado espaciadas 1 m

y embebidas en una losa de hormigón, con recubrimientos de 5 a 6 cm (fig. 1). Las vigas aumentaban con el vano, con cantos de 12 cm para vanos de 5 m y de 16 cm para vanos de 6 m.

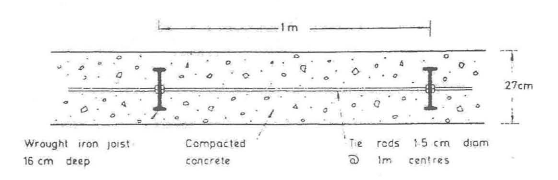
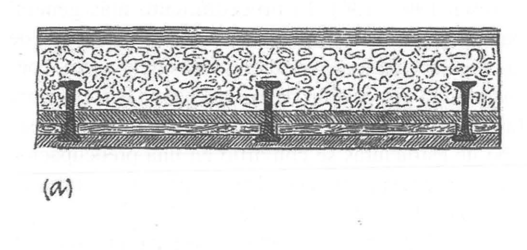


Figura 1
Forjado de hierro y hormigón de 6 m de luz. François Coignet, 1861 (Brown 1967)

En Gran Bretaña, William Fairbairn sustituyó las bovedillas de ladrillo de sus forjados por chapas de hierro sobre las que se vertía el hormigón, quedando la parte metálica sin embeber. Tras sucesivas patentes, en 1853, Henry Fox y J. Barret, pusieron a punto el sistema «Fox & Barret» (fig. 2). El forjado se



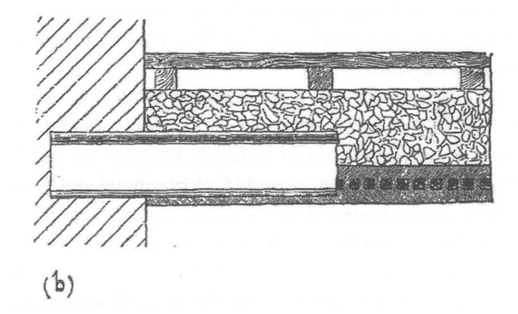


Figura 2
Forjado de hierro y hormigón. Fox & Barret, 1853 (Brown 1967). a) Sección transversal de las vigas metálicas; b) Sección longitudinal

componía de viguetas de hierro forjado que, dispuestas cada 20 pulgadas, recibían en su ala inferior listones de madera de sección cuadrada de 1,25 pulgadas de lado con separaciones de 1,5 pulgadas. Sobre este encofrado de madera se vertía una losa de hormigón, quedando las vigas metálicas parcialmente embebidas (Brown 1967, 136).

En las primeras realizaciones con empleo conjunto de hormigón y acero se evidencia un decidido propósito de aprovechar la potencialidad de los perfiles de acero no solo en su utilización como refuerzos para la resistencia a flexión de losas y forjados, sino de facilitar el proceso constructivo al permitir sujetar los encofrados directamente de los perfiles, evitando la necesidad de disponer apeos o cimbras. En algunos casos, incluso, el acero tiene como misión principal facilitar el proceso, y solo secundariamente se reconoce su colaboración resistente.

La ejecución sin necesidad de cimbras de los primeros forjados se optimiza en el sistema que patenta H. C. Ritchie en 1925 (Gould 2003). La solución planteaba la industrialización de un sistema constructivo de estructura metálica embebida con capacidad suficiente para soportar los pesos del encofrado y del hormigón durante la construcción (fig. 3). En las vigas principales del forjado se disponía además una armadura adicional a base de redondos en las zonas solicitadas a tracción. El sistema incluía vigas y pila-

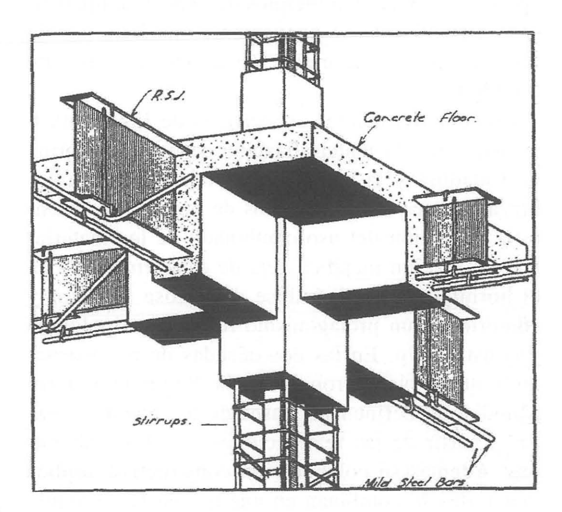


Figura 3
Publicidad del sistema Ritchie, 1932 (Gould 2003)

res mixtos en un esquema de ejecución rápido, seguro e industrializado que resolvía conjuntamente el problema resistente, constructivo y de protección al fuego. La suspensión de los encofrados se resolvía mediante clips metálicos dispuestos en el ala inferior de las vigas. Se planteaba una construcción evolutiva en la que se ejecutaban primeramente las vigas principales con sus encofrados suspendidos de los perfiles metálicos, para posteriormente suspender los encofrados de losa entre vigas de los elementos mixtos ya ejecutados. El Sistema Ritchie, definido como «pre-erected reinforcement», constituye un punto de referencia muy significativo de la potencialidad constructiva, industrial y con capacidad de estandarización de las estructuras mixtas.

Todos estos sistemas, aunque no definían aún secciones mixtas completas, asegurando la flexión conjunta de ambos materiales y perdiendo por tanto parte de la capacidad resistente del empleo conjunto, planteaban claramente las ventajas de la estructura mixta en la mejora de los procesos constructivos de losas y forjados de hormigón.

La utilización de estructuras metálicas en la construcción de arcos de hormigón

El primer puente documentado construido con perfiles de acero y hormigón es el Rock Rapids Bridge, construido en 1894 en el estado de Iowa (fig. 4).[2] El constructor, Josef Melan, un ingeniero vienés que emigró a Estados Unidos, patentó un sistema de doblado de perfiles laminados de acero en I que posteriormente quedaban embebidos en el hormigón. El sistema permitía no disponer de cimbras apeadas, mediante suspensión de los encofrados de la propia estructura metálica. En la localidad austriaca de Steyr, Melan construyó un arco que alcanzaba los 42,5 m de luz con el mismo sistema; en este caso, el arco metálico inicial se ejecutó por voladizos sucesivos mediante un atirantamiento provisional.

También en los puentes, las realizaciones de hormigón con perfiles metálicos embebidos tuvieron una intención constructiva antes del conocimiento y la comprensión de su comportamiento conjunto a nivel de sección. El espíritu constructivo y economicista de José Eugenio Ribera le llevó a patentar un sistema, «perfeccionando el sistema Melan», para la ejecución de arcos de hormigón armado:

> Consiste en constituir la armadura metálica de las bóvedas por vigas en doble T, sencillas o armadas, que tengan por sí solas resistencia y solidaridad suficiente para sostener el peso muerto del hormigón en que han de envolverse.
> El hormigón entonces, una vez fraguado, tendrá que resistir a los esfuerzos producidos por el peso muerto del tablero y el de las sobrecargas.
> Como las armaduras metálicas así constituidas resultan de muy poco peso, su montaje sólo requiere la instalación de un andamio muy ligero. Una vez montadas estas cerchas o armaduras metálicas, fácil es suspender de ellas los moldes corredizos que han de servir para verter el hormigón, y esta misma operación resulta entonces

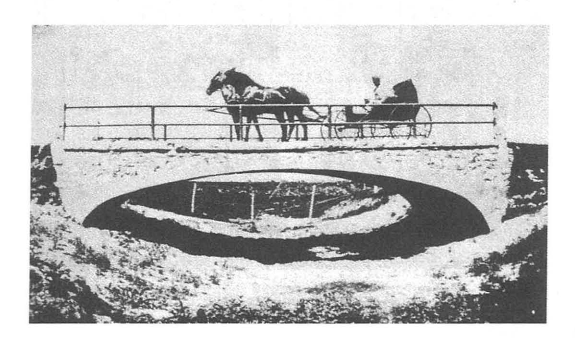


Figura 4
Rock Rapids Bridge, 1894. (Moore 1987)

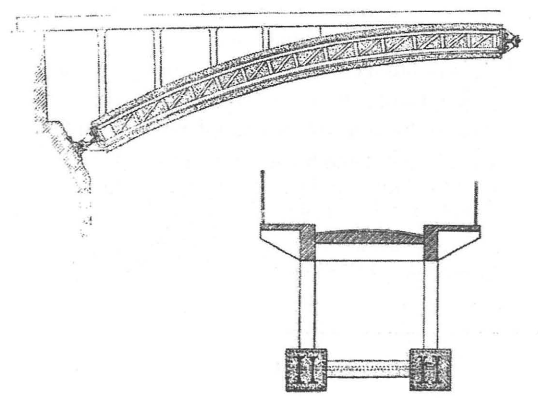


Figura 5
Disposiciones del sistema de Ribera para la ejecución de arcos de hormigón (Ribera 1905)

muy económica, puesto que no es necesario preocuparse de la situación de los hierros, ni sostener éstos durante el apisonado (Ribera 1905, 2–5).

Así, según proyecto de Ribera, los primeros puentes de hormigón construidos en España incorporaban perfiles metálicos embebidos. Entre el buen número de arcos en el entorno de los 30 a 40 m de luz destacan el puente de Golbardo en Santander y el acueducto del Chorro en Málaga.

La facilidad constructiva tenía en Ribera una vocación económica. Se justificaba el coste de los perfiles metálicos como «gasto a favor de la obra», frente al coste y los peligros de las cimbras, «gastos muertos», de importe superior al de la estructura de acero embebida. El método de cálculo que proponía en sus arcos, racional y sencillo, no aprovechaba el trabajo mixto de los materiales. La sección de hormigón tenía capacidad por sí sola para hacer frente a todas las solicitaciones de la estructura; de hecho, la sección metálica exenta podría aguantar gran parte de las acciones. Los arcos mixtos de Ribera presentaban, por tanto, mecanismos resistentes redundantes, cuya razón de ser era fundamentalmente constructiva.

Con soluciones inspiradas en el sistema Melan se realizaron otros puentes en Europa, como el arco de Echelsbach sobre el río Ammer en Alemania de 130 m de luz, construido en 1929 (Fernández 1999, 310).

Eduardo Torroja, discípulo aventajado de Ribera, se enfrentó al mismo problema de ejecución del arco pero con una dimensión mucho mayor en la construcción del gran arco sobre el Esla en Zamora. El proyecto inicial del difunto ingeniero Martín Gil, proponía un arco de 209,84 m de luz, 64,75 m de flecha y una altura en clave de 110 m sobre el fondo del embalse, récord de luz de arcos de hormigón en su momento. Su construcción se inició en plena Guerra Civil con el montaje de una cimbra de madera. Interrumpido el avance de las obras durante la guerra, el deterioro de la cimbra hizo imposible su aprovechamiento (Fernández y Navarro 1999, 232).

Torroja no sólo conocía los sistemas constructivos puestos a punto por Ribera, sino que era consciente de su trabajo posterior en la sección resistente del arco:

Actualmente ya es práctica común situar la cimbra dentro del propio arco que se va a construir. Además la cimbra se diseña de tal modo que, una vez ha cumplido su cometido inicial, puede continuar funcionando eficazmente como armadura permanente del hormigón (Torroja [1958] 1999, 71).

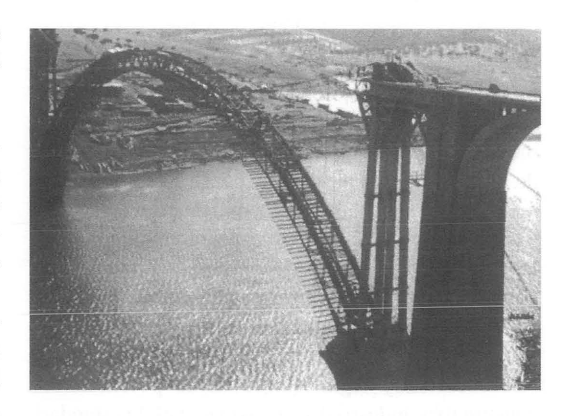


Figura 6
Autocimbra metálica del arco del Esla, 1939 (Torroja [1958] 1999)

Pero la magnitud del vano exigiría una cimbra muy pesada si ésta debiera soportar todo el peso propio del arco. La necesidad de definir cuidadosamente el método de hormigonado para que provocara las menores solicitaciones en la cimbra, llevó a Torroja a proyectar una construcción evolutiva en la que se hormigonaban secciones parciales del arco en roscas completas que se incorporaban sucesivamente a la sección resistente (fig. 7):

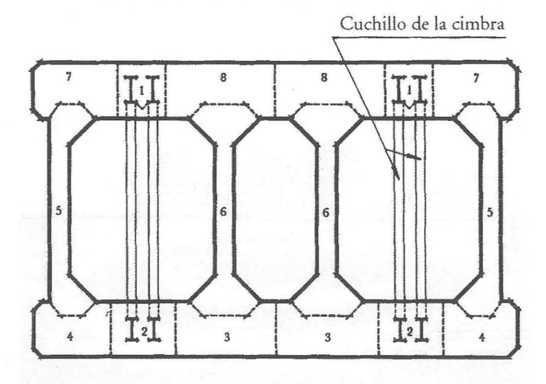


Figura 7
Sección transversal del arco del Esla, orden de ejecución de los cordones (Torroja [1958] 1999)

Se adoptó el sistema de hormigonar el arco del Esla por cordones o capas longitudinales de cada vez mayor espesor, ya que, al fraguar el hormigón colocado con anterioridad, la cimbra podía soportar mayores esfuerzos conforme avanzaba la operación (Torroja [1958] 1999, 72).

Con una similitud extraordinaria al proceso constructivo del arco del Esla, en 1997 se construyó en China el actual récord del mundo de luz de puente arco de hormigón. El arco de Wanxian sobre el río Yangtze en la provincia de Sichuan, de 420 m de luz, se montó sobre una autocimbra de estructura metálica de celosía sobre la que se fue hormigonando el arco por roscas completas, conformando una sección mixta evolutiva (Yan y Yang 1997).

PRIMEROS ESQUEMAS DE COLABORACIÓN RESISTENTE A LA FLEXIÓN

En los puentes de vigas metálicas, las losas de hormigón armado sustituyeron a las soluciones tradicionales de bovedillas de ladrillo, largueros de madera y rellenos de arena o morteros. Pero la adopción de la losa superior como parte resistente de la sección no fue algo inmediato. La capacidad portante se confiaba exclusivamente a la sección metálica mientras el hormigón tenía las funciones de plataforma de rodadura y reparto transversal de cargas.

Así, por ejemplo, en Francia, la «Compagnie de l'Est» generalizó el empleo de losas de hormigón, aprovechando sus ventajas constructivas. En la realización de la figura 8 el tablero se ejecutó en dos fases, lo que permitió poner en servicio medio tablero antes de finalizar la construcción del otro. No se hace mención explícita al comportamiento conjunto de la sección, aunque en la propia fig. 8. podemos observar la presencia de unos elementos metálicos sobre las platabandas superiores de las vigas principales y embebidos en el hormigón que muy bien podrían tener una función de conexión entre los dos materiales.

La plataforma de hormigón, como materialización de un camino de rodadura rígido y de fácil mantenimiento, anuncia «un excellent houdis résistant à tous les efforts y compris la tension générale dans l'ossature du tablier due aux efforts dans les membrures des poutres principales» (Godard, 1924: 242). Se trata de la definición de una posibilidad de trabajo conjunto a flexión aún por proyectar (fig. 9).

Aún sin una voluntad de respuesta conjunta, en algunas realizaciones metálicas con losa de hormigón se constató una respuesta estructural muy favorable. A comienzos de la década de 1920, la Iowa State Highway Comission realizó una serie de ensayos en un puente de carretera para determinar su respuesta a determinados estados de carga de servicio (Trepal

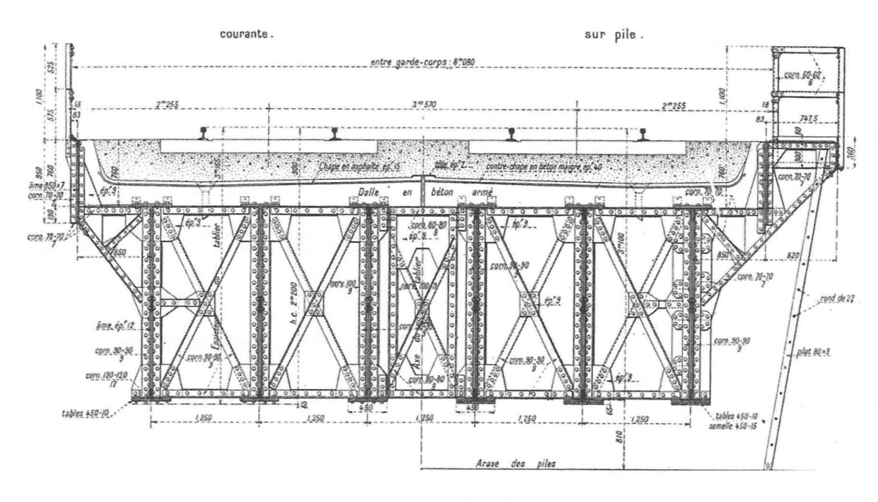


Figura 8
Tablero de ferrocarril con plataforma de hormigón armado (Godard 1924)

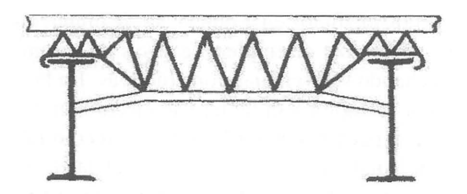


Figura 9
Esquema de plataforma de hormigón armado colaborante (Godard 1924)

1975). El tablero del puente, de vigas metálicas y losa superior de hormigón, presentaba una respuesta tensional en sus elementos metálicos considerablemente menor que las esperadas. El estudio concluyó que vigas y tablero respondían conjuntamente a las solicitaciones y el Skunk River Bridge cerca de Ames, en el estado de Iowa, se convirtió en uno de los primeros puentes mixtos documentados. El tablero no disponía de ningún elemento de conexión específico, la losa de hormigón estaba en contacto directo con las platabandas superiores (fig. 10). A pesar de no estar proyectado como un tablero mixto, los ensayos pusieron de manifiesto que los dos materiales, hormigón y acero, siguiendo una ejecución habitual podían trabajar conjuntamente en el transporte de tensiones. No obstante, el estudio señaló como incertidumbre la permanencia en el tiempo del fenómeno.

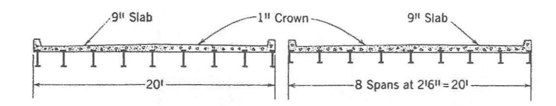


Figura 10
Sección transversal y alzados del Skunk River Bridge, 1922. (Fuller 1951)

En 1948, unos 25 años más tarde, el Iowa State College repitió los ensayos en el mismo puente. Los resultados mostraron que para rasantes de cálculo entre acero y hormigón altos (2.100 kN/m^2) no se constataba acción mixta, mientras que para rasantes menores (620 kN/m^2) la estructura mostraba una respuesta mixta completa. La conclusión resultaba obvia, con la adecuada conexión de rasante entre los dos materiales se podía garantizar el trabajo conjunto de los dos materiales.

A partir de los años 30 los puentes mixtos isostáticos con la losa superior de hormigón comprimida y definiendo el camino de rodadura y la estructura metálica inferior, descolgada y traccionada, comenzaron a estar presentes en la realidad constructiva. Así, tenemos ejemplos en Australia, con un puente mixto de losa de hormigón sobre vigas metálicas, proyectado por Knight en 1934, que utilizaba armaduras soldadas como conexión (Bridge y Patrick 1996, 41).

Una realización pionera, adelantada a su tiempo y de una modernidad fascinante, es el puente alemán sobre el valle de Steinbach (figura 11), construido entre 1935 y 1936 (Matildi y Mele 1971, 138). Heredero de las tipologías de sección de puentes metálicos que soportaban la plataforma superior de rodadura, la sección de Steinbach simplificó las vigas múltiples planteando un esquema de doble viga de alma llena. Se servía para ello de vigas transversales equidistantes que daban apoyo a la losa. Ambas familias de vigas, principales y secundarias, se conectaban a la losa superior y la utilizaban como cabeza de compresión en flexión positiva. La conexión se definía mediante chapas soldadas. El puente constituye una de las primeras referencias de los futuros tableros de doble viga de tan amplio desarrollo en Europa.

También eran tramos isostáticos todos los puentes mixtos construidos por Eduardo Torroja entre 1939 y 1942. Las realizaciones definían la colaboración entre materiales como «razón funcional», incluyendo la

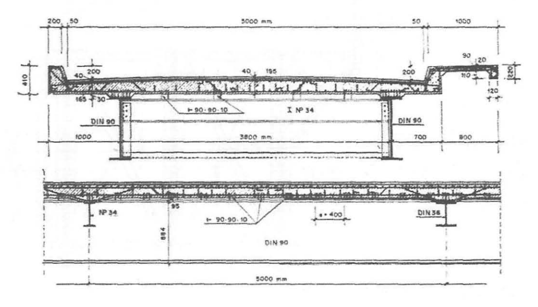


Figura 11
Puente sobre el valle de Steinbach, Alemania, 1936 (Matildi y Mele 1971),

losa de hormigón, que materializa el camino de rodadura, como sección resistente en la flexión principal de la viga:

> No es necesario, sin embargo, elegir un solo material para cada estructura. Puede ser conveniente combinar varios . . . Así, por ejemplo, en un puente de viga apoyada con su triangulación bajo el tablero, la cabeza superior está trabajando a compresión, la inferior a tracción y las diagonales alternativamente a una cosa y otra. Por otra parte la razón funcional, o finalidad de la obra, exige el establecimiento de un piso continuo en el plano de la cabeza superior. El hormigón es el material indicado para este piso, en forma de placa con viguetas y largueros o de simple forjado sobre las cabezas de las jácenas principales. Esto lleva, pues, de la mano a utilizar esta estructura de tablero, al mismo tiempo, como cabeza de compresión de la viga, reservando la estructura metálica para la cabeza inferior y las diagonales (Torroja [1957] 1991, 285–286).

> En general, el hormigón es más económico que el acero para soportar cargas de compresión, pero es prácticamente incapaz de trabajar a tracción, por lo que el acero resulta más adecuado para esta finalidad . . .
> Todavía es más interesante cuando además puede cubrir otros requisitos funcionales. Un caso concreto es el tablero de un puente, que requiere losas que soporten la superficie de rodamiento. Parece deseable que tales losas trabajen como cabezas de compresión de las vigas del puente, determinando así en cierto modo su diseño. Aceptado este criterio es preferible que las vigas estén por debajo del nivel del tablero (Torroja [1958] 1999, 151–152).

Es decir, el concepto de puente mixto de acero y hormigón adquiere su especificidad en los elementos en flexión, donde el gradiente de tensiones se presta a disponer los materiales donde son más eficientes.

Además, las realizaciones de Torroja proponían procesos constructivos que aprovechaban las posibilidades autoportantes de la parte metálica y evolutivas de la estructura, al plantear, como en el caso de los arcos, el hormigonado en fases sucesivas, con un sentido de lo estricto en el empleo de los materiales.

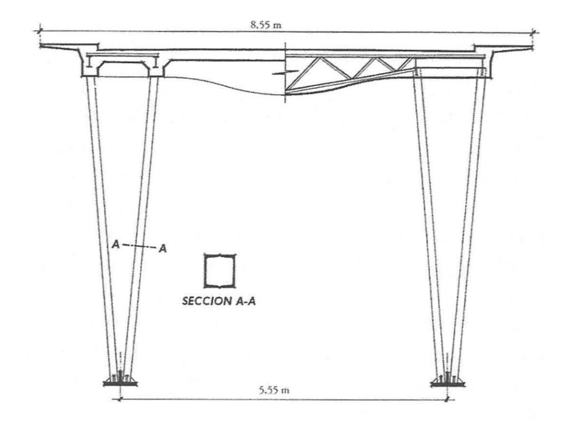


Figura 12
Puente de Tordera. Sección transversal (Torroja [1958] 1999)

La consecución del puente mixto

La continuidad hiperestática del puente mixto de acero y hormigón no se abordó hasta las realizaciones posteriores a la Segunda Guerra Mundial. El puente mixto será heredero del importante desarrollo de los puentes metálicos, desarrollo que sólo se puede explicar gracias a una serie de innovaciones que los transformaron profundamente (Fernández 1999, 204–205): la generalización de la soldadura eléctrica, la utilización de la chapa laminada y la inclusión de la losa ortótropa, en la flexión principal del tablero con solución de continuidad.

Desde un punto de vista analítico, la teoría de estructuras mixtas de acero y hormigón tomó como base los trabajos de Franz Dischinger relativos al

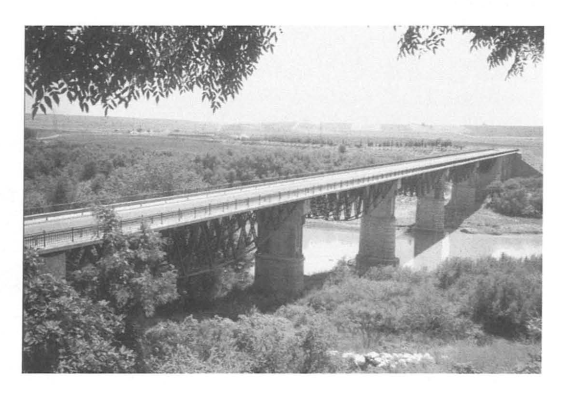


Figura 13
Puente de Posadas sobre el río Guadalquivir. Torroja, 1940 (Rubiato 2004)

análisis de los efectos diferidos de la fluencia y retracción, y se fundamentó en la obra de Konrad Sattler: «Theorie der Verbundenkonstructionen», que el autor dedica al propio Dischinger (Sattler 1953).

El cálculo de las secciones mixtas se efectuaba, asumidas las hipótesis habituales de resistencia de materiales: validez de la ley de Hooke, deformación plana de la sección, deformación trasversal despreciable, etc. y transformando las secciones de hormigón, armaduras y acero de pretensar en una sección equivalente de acero estructural. En la homogeneización seccional los coeficientes de equivalencia de la transformación relacionaban los módulos de elasticidad de los materiales.

El cálculo se realizaba en fase elástica, siendo preciso tener en consideración los fenómenos reológicos, lo cual requería nuevas hipótesis capaces de representar la acción de estos fenómenos en el conjunto de la sección (fig. 14).

Con esta base teórica y paradigma de la relación de transferencia entre tableros metálicos con losas ortótropas y puentes mixtos con losas de hormigón es el doble tablero del puente de Hedemünden en Alemania. La estructura, que cruza el río Werra a una altura de unos 60 m sobre el fondo del valle, se planteó como dos tableros independientes con cinco vanos continuos: 80–96–96–80–64 m. En el momento del proyecto se dudó de la sección más apropiada para este rango de luces, adoptándose la decisión de ejecutar un tablero metálico con losa ortótropa y su tablero gemelo, de igual canto y morfología, como sección mixta con la losa superior de hormigón (fig. 15).

Ambos tableros se montaron por avance en voladizo. La estructura metálica era portante de la ejecución de la losa que se realizó mediante carros móviles. En el tablero mixto se efectuó una presolicitación mediante deformaciones impuestas con vistas a comprimir la losa superior en zonas de momentos negativos. Para ello, una vez endurecida la losa, se elevaron los apoyos de estribos 3,2 m, descendiendo los apoyos centrales 1,25 m. Este procedimiento de precompresión de la losa de hormigón limitaba las tracciones del hormigón sobre apoyos evitando la fisuración de la losa. Las cuantías de acero empleadas en los tableros fueron de 328 kg/m² para el metálico y de 208 kg/m² para el mixto.[3]

En las realizaciones de posguerra se resolvía, con una base teórica, la colaboración constructiva y estructural entre acero y hormigón de puentes con continuidad hiperestática.

Conclusiones

Las primeras realizaciones con empleo conjunto de hormigón y acero evidencian un deseo de facilitar el proceso constructivo al permitir sujetar los encofrados de hormigón directamente de los perfiles metálicos. Su colaboración resistente se reduce a un reparto de funciones: la estructura metálica recibe el peso propio mientras el hormigón y las armaduras resisten las solicitaciones restantes.

La respuesta conjunta a nivel de sección trasciende el mero reparto de funciones para, con una conexión suficiente, responder solidariamente como «sección

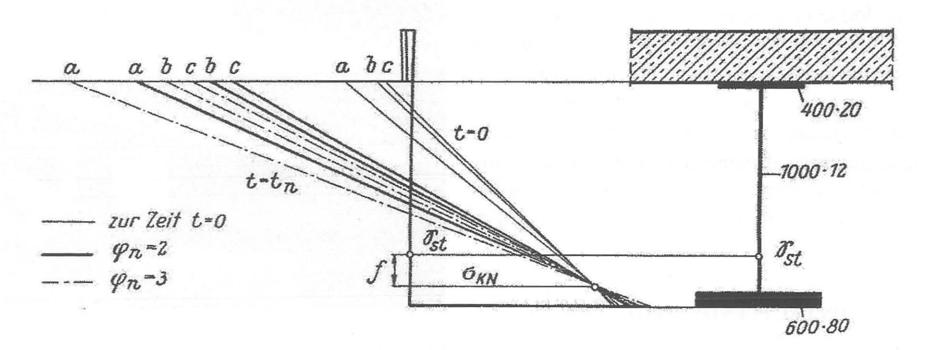


Figura 14
Control elástico de una sección mixta en flexión positiva (Sattler 1953)

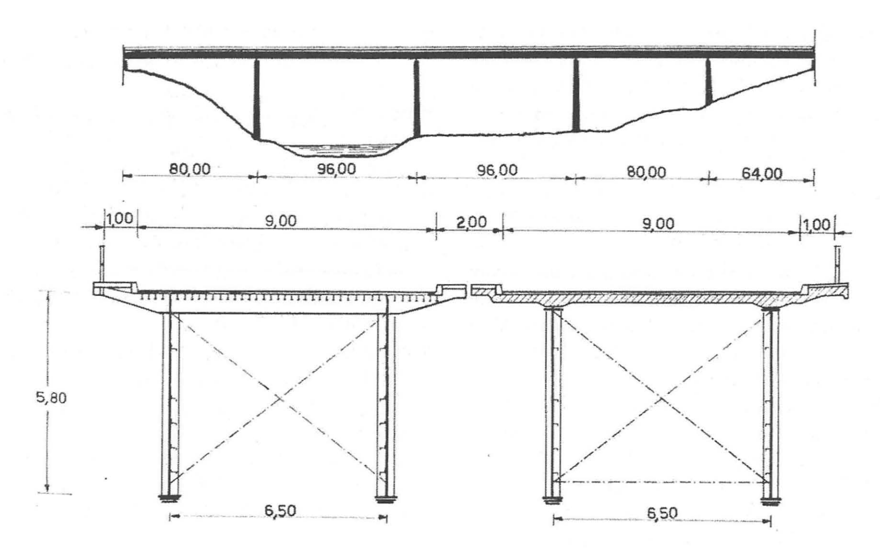


Figura 15
Alzado y sección transversal del puente de Hedemünden, 1954 (Feige 1964)

mixta» en una colaboración conjunta que supera la suma de las características individuales de los materiales. En los puentes, el hormigón se impone como plataforma de rodadura rígida, económica y de fácil mantenimiento. En vanos isostáticos la losa de hormigón asume el papel de cabeza de compresión mientras la estructura metálica se descuelga y trabaja a tracción. La losa se ejecuta sobre la estructura metálica autoportante. Se proponen roscas sucesivas de hormigonado que definen secciones parciales mixtas y un proceso de ejecución evolutivo.

Después de la Segunda Guerra Mundial, con la generalización de las chapas laminadas y de la soldadura y a partir de las morfologías de los puentes metálicos, el puente mixto aborda la continuidad hiperestática. Se definen procedimientos para limitar las tensiones de tracción de la losa sobre apoyos. Se establece la base teórica de la construcción mixta. La colaboración entre acero y hormigón en la construcción de puentes alcanza su plena consecución, resistente y constructiva, en el puente mixto.

Notas

1. Brown (1967) cita las siguientes referencias:
   — Un manuscrito de Ango titulado: *Art de faire les planchers incombustibles, approuvé par l'Académie royale d'architecture en 1782*, vendido en París en 1855.
   — *On the Construction of Public Buildings and Private Dwelling-Houses on a Fire-Proof Principle*, Fox&Barret, London 1849.
   — J. J. Webster. 1891. «Fire-proof construction». *Min. Proc. Inst. Civ. Eng.*, 105: 249–288
2. La fotografía fue descubierta a mediados de los 70 por C. F. McDewitt, colaborador de I. M. Viest en el Bethlehem Steel Institute (Viest 1992, 1).
3. A principios de los años 80, debido a un incremento considerable del tráfico, los dos tableros del puente de Hedemünden fueron sustituidos por dos nuevas estructuras paralelas con mayor ancho de plataforma. Se mantuvieron las pilas originales y, en esta ocasión, los dos nuevos tableros se realizaron como cajones mixtos. El proyecto de sustitución lo realizó el estudio de *Leonhardt, Andrä und parners*.

Lista de referencias

Aguiló Alonso, Miguel. 2003. «Cien años de diseño de puentes». *Revista de Obras Públicas*, 3.438: 27–32.

Bernabeu Larena, Jorge. 2004. *Evolución tipológica y estética de los puentes mixtos en Europa*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Bridge, Russell Q. y Mark Patrick. 1996. «Research on composite structures in Australia 1960–1985». *Composite Construction in Steel and Concrete III*, Proceedings of an Engineering Foundation Conference, Irsee, Alemania, 1996. Edited by C. Dale Bucker and Bahram M. Shahrooz. ASCE: 41–54.

Brown, Joyce M. 1967. «W. B. Wilkinson (1819–1902) and his place in the History of Reinforced Concrete». *Trans. Newcomen Soc*, vol. 39: 129–142.

Feige, Adolf. 1964. «Steel Motorway Bridge Construction in Germany». *Acier-Stahl-Steel*, núm. 3/1.964: 113–126.

Fernández Ordóñez, José A. y José Ramón Navarro Vera. 1999. *Eduardo Torroja, Ingeniero.* Colección Monografias núm. 3. Ediciones Pronaos.

Fernández Troyano, Leonardo. 1999. *Tierra sobre Agua: Visión Histórica Universal de los Puentes*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Ciencias, Humanidades e Ingeniería, núm. 55.

Fuller, A. H. 1951. «Skunk River Bridge Exhibits Composite Action After 28 Years Service». *Civil Engineering*, vol. 21, núm. 7: 40–42.

Godard, T. 1924. *Ponts et combles métalliques*. Encyclopédie du Génie Civil et des Travaux Publics. M. Mesnager, éditor. J. B. Bataille et fils, París.

Gould, Michael. 2003. «The Ritchie System of Reinforcement Concrete». *Trans. Newcomen Soc.*, 73: 275–291.

Matildi, Pietro; Mele, Michele. 1971. *Impalcati a lastra ortotropa e a struttura mista acciaio-calcestruzzo*. Mercatto dell' Italsider, gruppo Finsider. Tamburini Editore, Milán.

Moore, Walter P. 1987. «An overview of composite construction in the United States». *Composite Construction in Steel and Concrete*. Proceedings of an Engineering Foundation Conference, New Hampshire, 1987. Edited by C. Dale Bucker and Ivan M. Viest, ASCE: 286–301.

Ribera, José Eugenio. 1902. *Hormigón y cemento armado, mi sistema y mis obras*, con prólogo de D. José Echegaray. Imprenta de Ricardo Rojas, Madrid.

Ribera, José Eugenio. 1905. *Puentes metálicos en arco y de hormigón armado*. Revista de Obras Públicas, Madrid.

Ribera, José Eugenio. 1908. *Los puentes modernos*. Conferencia en el Instituto de Ingenieros Civiles el día 20 de marzo de 1908. Imprenta Colonial, Madrid.

Roik, Karlheinz. 1996. «Review of the development of composite structures in Germany 1950–1990». *Composite Construction in Steel and Concrete III*, Proceedings of an Engineering Foundation Conference, Irsee, Alemania, 1996. Edited by C. Dale Bucker and Bahram M. Shahrooz. ASCE: 41–54.

Rubiato Lacambra, Javier. 2004. *Los puentes del Guadalquivir*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección de ciencias, humanidades e ingeniería, núm. 68.

Sattler, Konrad. 1953. *Theorie der Verbundkonstruktionen*. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

Torroja Miret, Eduardo. [1957] 1991. *Razón y Ser de los tipos estructurales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Colección Textos Universitarios, núm. 13, 7ª edición. Instituto de la Construcción Eduardo Torroja, Madrid.

Torroja Miret, Eduardo [1958] 1999. *Las estructuras de Eduardo Torroja*. Ministerio de Fomento. (Primera edición: F. W. Dodge Corporation, Nueva York.)

Trepal, Ralph F. 1975. «Fifty-year development: construction of steel hybrid bridges». *Journal of the Construction Division*, vol. 101, núm. 4: 719–732.

Viest, Ivan M. 1992. «Composite construction. Recent past, present and near future». *Composite Construction in Steel and Concrete II*. Proceedings of an Engineering Foundation Conference, Missouri, 1992. Edited by W. Samuel Easterling and W.M. Kim Roddis. ASCE: 1–16.

Yan, Guomin; Yang, Zhi-Hua. 1997. «Waxian Yangtze Bridge, China». *Structural Engineer International* 3/1997.

Terrazze sui tetti

Anna Boato
Daniela Pittaluga

In Genova, the mountainous morphology of the territory and the narrowness of the spaces delimited by the city medieval walls forced the inhabitants looking for different solutions to conquer new open spaces, even within the dense edification of medieval origin. For these reasons, since the XVI century, at least, the number of terraces built upon palaces and monasteries, inside the walled city, really increased.

The Genoese territory is characterised by great raininess: how the ancient builders realised flat roofs preventing the water penetration inside the buildings? Which kind of channelling and of draining away they used? Which materials they used?

The results of these researches are finally compared to an individual case that was investigated with the methods of building archaeology, and they were also compared to the technical and architectural solutions offered to the same problem in other parts of the same region.

Introduzione

La città di Genova, dal punto di vista geografico, ha la peculiarità di trovarsi «stretta» tra i monti e il mare, così come accade per quasi tutto il territorio della regione Liguria, di cui essa è capoluogo. Tale situazione ha per certi versi condizionato la crescita di una città, che, fin dal Medioevo, contava una popolazione numerosa.

Case e palazzi crebbero così a poca distanza l'uno dall'altro e si svilupparono precocemente in altezza, aggirando in tal modo l'ostacolo rappresentato dall'esiguità e dal costo elevato dei terreni edificabili. La città, a causa di ciò, risultava dotata, a terra, di pochi spazi liberi. Le case, soprattutto ai piani bassi, erano povere di aria e di luce. Fu quindi adottata piuttosto estesamente la soluzione di ricavare in alto, al livello dei piani nobili o di quelli soprastanti, que-

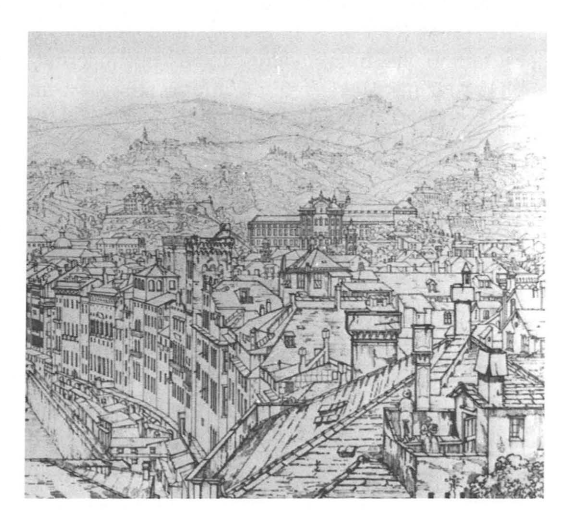


Figura 1
D. Roberts (?), Town and harbour of Genoa, 1822 (dettaglio)

llo spazio aperto di cui si sentiva la mancanza. Agli inizi del Seicento, all'interno dei vicoli del centro antico, non vi era casa di una certa importanza che non disponesse quindi di una o più terrazze, talvolta sistemate come veri e propri giardini pensili, per dare sfogo all'abitazione privata, per ammirare il panorama o per meglio ricevere gli ospiti.

Non sappiamo se il ricorso alle terrazze sia derivato da un costume già vivo nei primi secoli del medioevo, o se abbia avuto diffusione solo più tardi. Sappiamo solo, sulla scorta dei documenti d'archivio, che nel Quattrocento esse risultano presenti.

Il sistema terrazza-tetto

A partire dall'Ottocento le soluzioni tecniche adottate a Genova per realizzare coperture piane praticabili si sono basate essenzialmente sull'uso di materiali poco permeabili quali la malta di calce idraulica e, soprattutto, l'asfalto, stesi, con le dovute pendenze, a proteggere dalle infiltrazioni d'acqua solai lignei analoghi a quelli dei piani inferiori. Prima dell'Ottocento, però, quando tali materiali non erano ancora noti o utilizzati, la realizzazione di coperture piane che dessero garanzie di perfetta tenuta all'acqua era un problema non facilmente risolvibile.

Il sistema adottato a Genova consistette nel sovrapporre la terrazza ad un sottostante tetto, perfettamente finito con il suo manto di copertura: è quest'ultimo che, in tal modo, garantisce l'impermeabilità. L'acqua piovana filtra, infatti, attraverso le lastre di ardesia del piano praticabile, penetra nello spazio libero tra la terrazza ed il tetto, scorre sul sottostante manto di copertura in abbadini di ardesia e trova sfogo negli appositi fori realizzati alla base del muretto perimetrale. Tramite i canali di gronda l'acqua è quindi condotta al sistema di deflusso, in parte sviluppato, in molte costruzioni del centro storico, entro cavedi interni.

La sovrapposizione della struttura piana, certo non impermeabile, ma relativamente leggera, ad una tradizionale copertura a falde inclinate ha consentito così di risolvere i problemi di fruizione e soprattutto quelli di resistenza agli agenti atmosferici, senza comportare alcun problema statico o di altra natura. La particolare struttura in mattoni che sostiene il piano di calpestio della terrazza, la totale assenza di legno e la buona aerazione del vano compreso tra tetto e terrazza impediscono infatti all'acqua di provocare danni.

Si tratta in definitiva di un sistema filtrante a doppia struttura, adatto a realizzare, a tetto, superfici piane di dimensioni assai varie: dai pochi metri quadrati di un camminamento posto lungo la linea di gronda o di un belvedere alla sommità del tetto, fino alle diverse decine di metri quadrati delle terrazze più ampie, estese ad un'intera falda.

Procedendo dall'alto verso il basso, il sistema è composto: dal piano di calpestio, dalla struttura a gattaiolato della terrazza, dal manto di copertura e infine dalla struttura lignea (o a gattaiolato) del tetto. Mentre la tecnica di realizzazione dei tetti lignei e, soprattutto, quella dei tradizionali manti in ardesia,

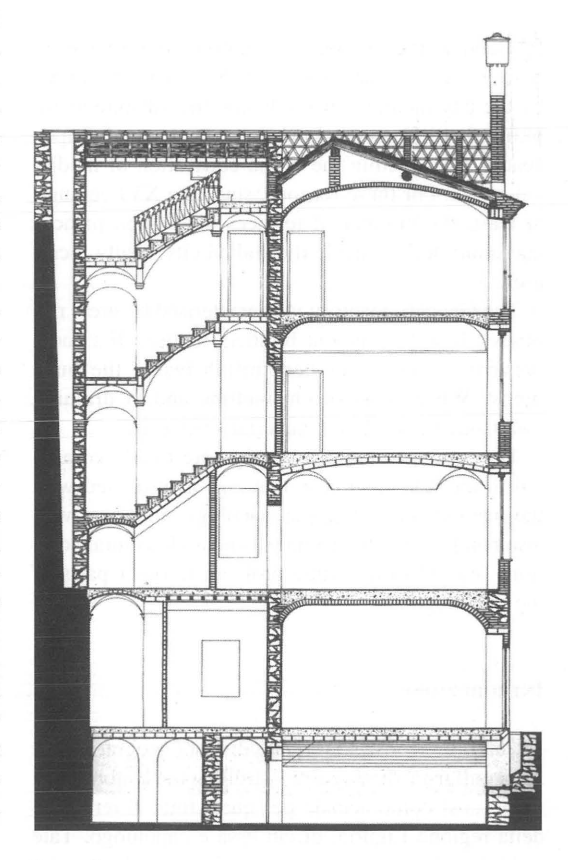


Figura 2
Sezione dell'edificio sito in piazza Sarzano 19 (Galliani et al. 1991, fig. 33)

tuttora in uso, è stata ampiamente studiata (Conte 1967 e 1970; Galliani [1984] 1990; Galliani, Franco 2001), la modalità di costruzione delle terrazze è meno nota. In occasione di alcuni lavori di restauro o ristrutturazione è stato però possibile osservarne e documentarne alcune (Galliani et al. 1991; Franco, Pittaluga 1998).[1]

Piano di calpestio e parapetti di protezione

La terrazza è una struttura dotata di un piano d'uso a giacitura tendenzialmente orizzontale, cui si assegna, per lo smaltimento delle acque meteoriche, una pendenza compresa tra 1,1 e il 5%. Essa deve resistere al peso proprio, ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche. Ad oggi si richiede inoltre che essa risulti relativamente rigida, al fine di evitare un'inflessione della struttura con conseguente fessurazione della pavimentazione. Quali e quanti di tali requisiti sono propri anche delle terrazze antiche?

Il piano di calpestio delle terrazze presenti nell'edilizia storica, le cui pendenze sono comprese compresa tra il 2 e il 4% circa, era costituito da spesse lastre di ardesia, che potevano servire contemporaneamente da struttura orizzontale e da pavimentazione, oppure costituire il piano di appoggio per una pavimentazione sovrapposta.[2] La connessione tra i singoli elementi è realizzata mediante giustapposizione dei pezzi, semplicemente appoggiati sulla sottostante struttura a gattaiolato. Il peso proprio era infatti sufficiente a garantire la stabilità della superficie calpestabile.

Elemento accessorio ma indispensabile è la protezione posta lungo i bordi della terrazza: a seconda dei casi e delle epoche si possono avere muretti pieni in mattoni, balaustrate lapidee o ringhiere in ferro battuto.

Struttura a gattaiolato e muro di contenimento

Le lastre di ardesia poggiavano su strutture leggere tipo pilastrini o muretti di mattoni. Questi ultimi in genere risulltano ulteriormente alleggeriti dalla disposizione degli elementi a castello di carte (cosiddetto «gattaiolato»).

Nei casi studiati, relativi a terrazze di ampiezza pari a circa 120–150 metri quadrati, il gattaiolato è formato da una serie di corsi sovrapposti, il cui numero risulta variabile a seconda della pendenza del tetto, ma che talora può anche arrivare fino a 4 o 5 corsi, per una altezza complessiva di m 1–1,50. Ogni corso, a sua volta, è costituito da una sequenza di mattoni inclinati (con un angolo sull'orizzontale di poco maggiore di 45°), contrapposti a due a due, e da un filare di mattoni orizzontali.[3] Il tutto crea una sorta di muretto a graticcio dello spessore di un mattone (12–13 cm circa).[4] Gli elementi sono fissati tra di loro con poca malta.

I graticci solitamente erano posti ad una distanza di circa cm 50 l'uno dall'altro. Questa misura è legata alla dimensione della lastra di ardesia usata per l'orizzontamento della terrazza.

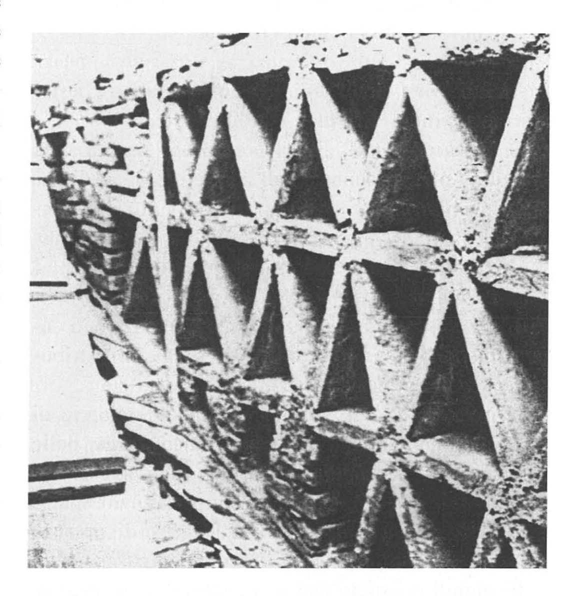


Figura 3
Dettaglio del gattaiolato di piazza Sarzano 19 (da uno studio di G.Braida, M.Frumento, L.Vassallo)

La posa in opera della base del graticcio poteva avvenire in diversi modi: 1, direttamente sul tetto; 2, con l'interposizione di un corso di mattoni messi di piatto; 3, con l'interposizione di un corso di lastre di ardesia; 4, con l'interposizione di una lista di malta.

— i mattoni obliqui del graticcio poggiano di testa direttamente sul tetto, tramite una piccola

apposizione di malta nel punto di contatto tra il mattone e l'ardesia del tetto;

— sul tetto in ardesia vengono eseguite delle «liste» ad una distanza di 80 cm circa una dall'altra, perpendicolari alla linea di colmo del tetto. Le «liste» consistono in un corso di mattoni disposti di piatto. Su questi si imposta il graticcio di mattoni

— questa soluzione è simile alla precedente, ma al posto dei mattoni vengono messe in opera sottili lastre di ardesia. L'ardesia ha larghezza analoga a quella del graticcio soprastante;

— la «lista» sulla quale si imposta il graticcio di mattoni consiste in uno strato di malta di pochi centimetri di spessore e di larghezza pari alla larghezza del graticcio. Tale soluzione è stata rilevata solo in esempi recenti.

Alcune volte le diverse soluzioni possono coesistere all'interno della stessa struttura.

Le soluzioni nn. 2, 3 e 4 presentano rispetto alla soluzione n. 1 il vantaggio di creare un piano di appoggio unico, anche se inclinato, per tutto il graticcio; nel caso 1, invece ogni coppia di mattoni poggia su un piano diverso. E' possibile che ai casi 2, 3, 4 corrisponda un comportamento più omogeneo e solidale del graticcio rispetto ad eventuali movimenti della struttura lignea del tetto. Inoltre si ha una distribuzione più uniforme dei carichi.

In ogni caso la sovrapposizione del graticcio di mattoni alla falda del tetto deve tenere conto delle pendenze: quella della falda, quella del piano di calpestio e quella dei singoli corsi del gattaiolato. Questi ultimi, idealmente, dovrebbero essere disposti in orizzontale, ma spesso sono a loro volta inclinati.

E' quindi consueto che si registrino compensazioni, soprattutto alla base e alla sommità del graticcio, dove i corsi risultano interrotti o ad altezze variabili. In queste zone si riscontrano spesso semitriangoli o serie di pilastrini di mattoni di diversa altezza, sempre però con un'alternanza pieni-vuoti, per garantire la leggerezza.

Talvolta, soprattutto se le dimensioni della terrazza erano notevoli, il graticcio di mattoni disposti a «castello di carte» era interrotto da pilastrini di mattoni di spessore analogo a quello del graticcio (circa 12–13 cm), con funzione di irrigidimento. In alcuni casi tali pilastrini assumono l'aspetto di veri e propri muretti di lunghezza massima di 50 cm.

I mattoni erano solitamente *chiappelle*, cioè mattoni foggiati appositamente per le pavimentazioni (tab. 1). Di fattura più regolare dei mattoni comunemente usati nelle murature, presentano dimensioni leggermente inferiori con uno spessore notevolmente più contenuto (sino al 30 % circa in meno). E' possibile che la scelta di usare questo tipo di mattoni, anziché quelli da muro, sia legata alla maggiore leggerezza di questi elementi a parità di superficie. Inoltre le mattonelle da pavimento erano sempre ben cotte e quindi compatte e poco permeabili, come richiedeva il loro specifico utilizzo, e ciò le rendeva adeguate anche in questa particolare situazione.

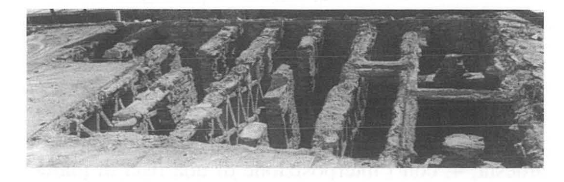


Figura 4
Terrazza sul tetto di villa Carrara (da Franco Pittaluga 1998, 437)



Figura 5
Piazza Sarzano nell'Ottocento in un disegno di D. Cambiaso. Si notano gli alti muri di contenimento delle terrazze sui tetti

Unità stratigrafica		Dati inerenti i laterizi e la loro datazione mensiocronologica						
n.	Descrizione	numero elementi	Spessore medio	Lunghezza media	P = Sp ˇ Lu	Data	Colore (codice Munsell)	Tipo
1	Muratura Cavedio	20	4,20 (0,102)	24,69 (0,217)	103,8 (3,43)	1610	5yr5/6 2,5yr 5/8	Mattoni
2	Muratura Cavedio	20	4,14 (0,166)	24,79 (0,241)	102,6 (5,11)	1620	7,5yr5/6 2,5yr5/6	Mattoni
3	Muratura Cavedio	16	4,21 (0,114)	24,81 (0,148)	104,3 (3,45)	1610	2,5yr5/8	Mattoni
4	Camino	5	4,16 (0,049)	24,64 (0,287)	102,5 (2,40)	1620	2,5yr5/8	Mattoni
5	Gattaiolato	12	4,08 (0,152)	24,27 (0,572)	99,11 (6,02)	1620	2,5yr5/8	Chiapelle
6	Gattaiolato	17	3,88 (0,182)	24,41 (0,616)	94,74 (6,83)	1620	2,5yr5/6 5yr6/8	Chiapelle
7	Gattaiolato	17	4,07 (0,187)	24,35 (0,430)	99,16 (6,31)	1620	10yr4/2	Chiapelle
12	Muratura Vano scala	5	4,04 (0,040)	24,6 (0,204)	108,39 (4,17)	1640	5yr5/8	Mattoni
14	Muratura Vano scala	8	4,26 (0,193)	24,62 (0,259)	104,98 (5,86)	1616	7,5yr8/4 2,5yr5/6	Mattoni

Tabla 1
Dati relativi ai laterizi utilizzati nelle strutture secentesche della terrazza del civ. 19 di piazza Sarzano (Ge). I valori piuttosto alti della deviazione standard (valori tra parentesi) delle unità stratigrafiche 5, 6 e 7 rispetto alle altre è legato al fatto che nel gattaiolato, oltre ai mattoni da pavimento (*chiapelle*), vi sono alcuni mattoni da muro. Per quanto riguarda la possibilità di datazione dei laterizi a partire dalle loro misure (mensiocronologia) vedi Mannoni Milanese 1988; Pittaluga Ghislanzoni 1992

Il gattaiolato terminava da una parte contro la falda e dall'altra contro un muro di contenimento, sulla sommità del quale poggiavano le lastre di ardesia perimetrali e si impostava il parapetto. Il muro presenta alla sua base una serie di fori per il deflusso dell'acqua, di sezione rettangolare, che hanno generalmente una scansione piuttosto serrata (presumibilmente sempre corrispondente agli interassi dei muretti del gattaiolato).

Manto di copertura del tetto

Il manto di copertura è realizzato in lastre di ardesia di forma quadrata, chiamate abbadini, le cui dimensioni sono di circa 60 cm di lato, per pochi millimetri di spessore. Tale sottigliezza, resa possibile in relazione alle caratteristiche di fissilità del materiale lapideo utilizzato, rende il rivestimento in abbadini relativamente leggero, nell'ambito dei manti di copertura in pietra.

Nella posa in opera ogni corso di abbadini si sovrappone al precedente per due terzi della propria ampiezza, di modo che in ogni punto del tetto si ha una triplice stratificazione; le lastre vengono inoltre sfalsate in senso orizzontale nel medesimo modo, così da evitare la corrispondenza dei giunti.

Sul piano tecnico, a parte l'ottimo comportamento di tenuta all'acqua, l'abbadino permette di risolvere converse e raccordi di falde senza l'impiego di piombo, zinco o rame. Il manto a «lorica» è inoltre capace di seguire senza danni le deformazioni del tetto nel tempo e sotto l'azione di vento forte.

Nei tetti a struttura lignea le lastre sono inchiodate al sottostante tavolato ligneo, in prossimità del loro bordo superiore, in modo da impedirne lo scivolamento. L'allettamento di malta, presente all'estremità inferiore, garantisce l'aderenza della lastra a



Figura 6
Rifacimento di un manto di copertura in ardesia secondo la tradizione

quelle sottostanti ed, al contempo, impedisce l'ingresso dell'acqua ed il sollevamento della lastra a causa del vento. Nei tetti con struttura a gattaiolato (vedi oltre) le lastre sono semplicemente fissate con malta, e, a causa di ciò, tali tetti hanno pendenze più contenute.

Lungo le murature perimetrali le lastre di base sono in genere più spesse e di formato più grande, tali da coprire con un unico elemento l'intero spessore del muro, minimizzando il rischio di infiltrazioni alla sommità dello stesso. La parte di lastra oltre il piano di facciata consente inoltre di realizzare la gronda del tetto, la cui sporgenza può comunque essere incrementata ricorrendo a cornicioni con struttura in aggetto. Il colmo del tetto e le linee di displuvio sono concluse da coppi di terracotta.

Falde a struttura lignea

E' difficile codificare la tecnica costruttiva ligure per quanto riguarda le coperture. Spesso le eccezioni e le specificità dei singoli casi rendono vano qualunque tentativo di schematizzazione e tipizzazione; sovente, infatti si innestano i contributi mutuati da altre tecniche, tra le quali quella relativa alla carpenteria navale, e ciò testimonia la ricchezza culturale del costruito genovese.[5] Nonostante questa varietà, alcuni elementi rimangono tuttavia costanti nelle diverse realizzazioni.

L'orditura principale, comunque sia realizzata, presenta sempre una serie di travi parallele alla gronda e alla trave di colmo, su cui appoggia l'orditura perpendicolare dei travetti (o secondaria), distanziati di circa 20–30 cm l'uno dall'altro.

Nei tetti a due falde di tipo più semplice la struttura lignea principale è costituita da travi disposte parallelamente alla linea di gronda e poggianti alle estremità sui muri di testata e di spina, sagomati secondo la pendenza delle falde. In assenza di muri di spina si possono avere anche coppie di puntoni di falda, a cui, in genere, sono chiodati elementi lignei trasversali con funzione di incatenatura. Salvo rari casi, fu ignorata la capriata, più difficile a realizzarsi e più onerosa. L'orditura principale delle travi parallele alla linea di gronda può anche poggiare su pilastrini di mattoni costruiti su una struttura voltata sottostante.

Nelle coperture delle ville, cioè di edifici isolati con tetto in genere a forma di padiglione regolare, si ha un'orditura principale costituita da una serie di telai trasversali e longitudinali, in unione a puntoni di falda e puntelli di vario tipo, atti a diminuire la luce libera di inflessione delle travi dei telai stessi. Su tale struttura poggiano le diagonali del tetto che contribuiscono al serraggio della struttura, così come i travetti e lo stesso tavolato.

Le pendenze del tetto variano tra i 30 ed i 45°; sembra plausibile che nei tetti progettati per sostenere una terrazza si adottino pendenze contenute, che appaiono più vantaggiose in questa situazione (maggiore facilità di costruzione, peso inferiore, minor rischio di slittamento…).

Le giunzioni erano ottenute perlopiù mediante semplice sovrapposizione o accostamento delle parti e loro chiodatura, talvolta con l'ausilio di gattelli, cunei di legno inchiodati all'estradosso dell'elemento inferiore per creare una sede di appoggio in «positivo» per l'elemento superiore. Ciò consente l'uso di sezioni relativamente esili, in quanto evita sedi e alloggiamenti in «negativo» che ridurrebbero la sezione resistente proprio in corrispondenza delle fibre tese. In area ligure sono rare le unioni tipiche della tecnologia del legno quali il tenone e la mortasa, il dente di sega, il dardo di Giove. Questo, però, non

deve far pensare a maestranze poco capaci: infatti le soluzioni realizzate sono evolute e rivolte a conseguire una intelligente organizzazione strutturale dell'intero sistema.

Falde poggiate su volte

Alcune coperture (ad esempio quella della ex-chiesa di S.Ignazio, fig. 7) sono realizzate senza ausilio di elementi lignei. La struttura delle falde è costituita interamente da muricci di mattoni a castello di carte poggiante su una sottostante volta in muratura. Tale sistema di copertura ha il vantaggio di essere incombustibile, ma la sua scelta potrebbe dipendere piuttosto dall'esigenza di contenere al massimo la distanza tra la copertura e la struttura voltata e contemporaneamente di non caricare la stessa in modo puntuale, situazioni che si verificherebbero in presenza di un tetto ligneo dotato di catene o di un qualsiasi sistema di travi poggiante tramite puntelli o pilastrini sulla volta.

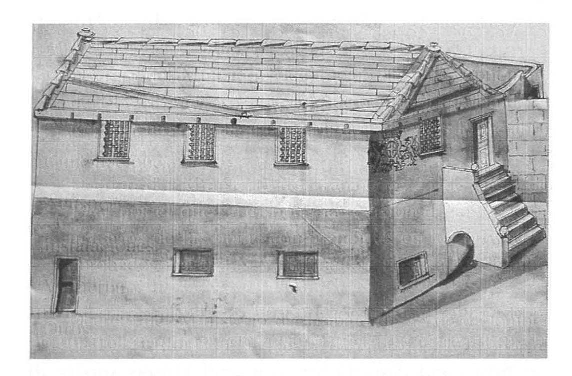


Figura 7
Struttura a gattaiolato della copertura della ex-chiesa di S. Ignazio

Lo smaltimento dell'acqua

Facendo seguito alla descrizione del sistema filtrante terrazza-tetto, si può ritenere che il deflusso dell'l'acqua piovana avvenisse in parte al livello della terrazza, a cui era conferita una opportuna pendenza, e in parte al lìvello del sottostante tetto. Poiché nel passato a Genova la raccolta delle acque piovane per gli usi domestici era effettuata in larga misura proprio a livello dei tetti, possiamo pensare però che il problema non fosse sempre e solo quello di allontanare l'acqua, quanto quello di canalizzarla, in modo da condurla alle cisterne, che trovavano posto in vani interrati o seminterrati alla base degli edifici. Il sistema normalmente usato, di cui si ha testimonianza nei documenti d'archivio, consisteva nel convogliare l'acqua fino ad alcuni punti di presa posti alla sommità delle murature perimetrali, tramite muretti posti obliquamente lungo le falde del tetto (detti anticamente *ghiane*). Dalla presa l'acqua veniva portata alla cisterna tramite canalizzazioni verticali nascoste dentro lo spessore murario.

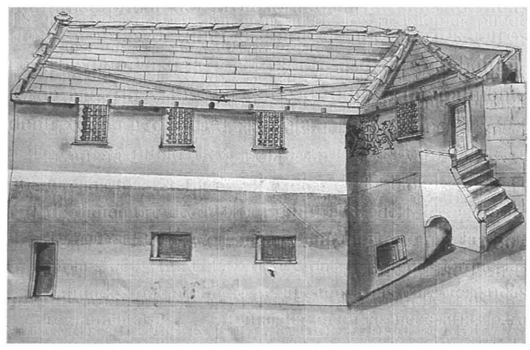


Figura 8
A. S. G., Corsica 553, Magazzino del grano a Calvi, 1625. Sul tetto dell'edificio, di proprietà genovese, si notano le cosiddette *ghiane*, muretti costruiti trasversalmente alle falde per convogliare l'acqua piovana nelle cisterne

I documenti non chiariscono però come ci si regolasse quando sul tetto trovava posto una terrazza. Forse non è un caso che le *ghiane* non vengano menzionate in nessuno dei contratti in cui è richiesta la costruzione di una terrazza: le due strutture appaiono infatti poco compatibili. La foratura alla base dei muri d'attico, riscontrata negli esempi esaminati e rappresentata in molte immagini del XVII secolo, è, d'altra parte, evidentemente realizzata allo scopo di consentire il passaggio dell'acqua verso la gronda. Da qui l'acqua, probabilmente, cadeva direttamente in strada,

come lascia pensare la proposta, avanzata nel 1641 dalla Magistratura dei Padri del Comune, di rendere obbligatorio sulle vie più frequentate l'uso di canali metallici che raccolgano l'acqua del tetto e la «portino a cadere verso il mezzo delle strade», in modo da evitare i disagi altrimenti provocati dalla pioggia.[6]

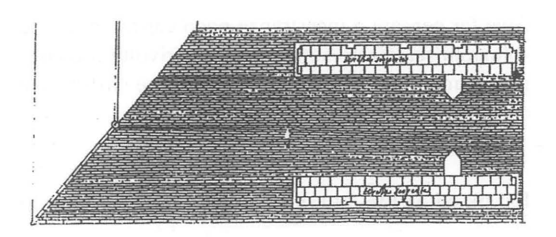


Figura 9
Progetto delle coperture di un edificio genovese: su entrambe le falde è prevista una terrazza larga 3 *chiapasoli* (A. S. G., Notai antichi 7.692, 13–4–1650)

Cosa dicono i documenti antichi

Alcune informazioni sulle terrazze derivano anche dalla documentazione d'archivio, in particolare dei contratti di costruzione reperibili nel Fondo Notai dell'Archivio di Stato di Genova. Ai fini di questo lavoro si è consultata la banca dati raccolta nel corso di successive ricerche universitarie inerenti i modi di costruire a Genova tra XV e XVII secolo.[7]

Nei contratti esaminati sono citate sia terrazze scoperte sia terrazze coperte, ma la soluzione tecnica non sembra differisse, in quanto anche le terrazze coperte, benché più protette dalle intemperie grazie alla presenza di un tetto, erano aperte sui lati, e quindi l'ingresso dell'acqua non vi era del tutto impedito.

La frequenza con cui vengono menzionate tali strutture è relativamente alta: il 10% dei circa 800 documenti esaminati fa riferimento a terrazze da costruire o riparare. Tenuto conto che nel database sono raccolti documenti genericamente riferiti al settore edile (relativi sia alla costruzione di interi edifici, sia all'esecuzione di singole parti di una costruzione, sia alla compravendita di materiali ed elementi architettonici), il dato assume una certa rilevanza. Se si rapporta il numero di citazioni di terrazze con i documenti per cui è stato compilato il campo «coperture», la percentuale sale infatti al 40%, dato che forse potrebbe avvicinarsi alla reale diffusione.

Dimensioni e posizione delle terrazze erano varie. Esse si riducevano a volte ad una sorta di corridoio lungo il perimetro del tetto, denominato anche *corridore* o *passeggio*, la cui ampiezza era spesso determinata in base ai corsi di *chiapasoli* (lastre da pavimentazione in ardesia) in esse presenti, variabili tra 2 e 4. Quanto fosse grande un *chiapasolo* del XVII secolo possiamo solo ipotizzarlo, sulla base dell'unica precisazione riscontrata nelle fonti: «chiapasoli squadrati di misura giusta di palmi 1 e once 2», pari a circa 45 cm.[8] Poiché però vi erano sul mercato *chiapasoli* di almeno due misure (*ordinari* e *grandi*) l'indicazione non è risolutiva.

Quando sono specificate le dimensioni della terrazza (quantificate in *palmi*, misura lineare pari a cm 24,67), esse corrispondono a valori compresi tra i 4 e i 20 palmi di larghezza (m 1 e m 5 circa) per lunghezze che potevano arrivare fino a 65 palmi (m 16 circa), o, comunque, a comprendere tutto il fronte dell'edificio. Nel caso di ville isolate lo sviluppo del terrazzo perimetrale poteva raggiungere così i 250 palmi (m 62 circa) comprendenti tutto il «giro» delle quattro facciate. In altri casi la terrazza si configurava come un piccolo ripiano posto al colmo della copertura (in un caso si specifica che sia di «palmi 8 in quadro», pari a 2 metri per 2 metri circa) e assumeva allora il nome di *miradore*, luogo da cui poter ammirare il paesaggio circostante.

Per quanto riguarda il manto di copertura, i documenti chiariscono che, già nel Quattrocento, forma e posa in opera degli abbadini (nel gergo antico *abaini*) non si discostavano da quelle attuali, mentre le loro dimensioni sono variate nel tempo, da un massimo di 68 cm circa ad un minimo di 45,5.[9] L'informazione che le modalità di posa del manto di copertura sono rimaste invariate nel tempo appare di una certa importanza, in quanto le analisi sull'esistente sono di scarso aiuto nello studio storico di tali rivestimenti, oggetto di frequenti rifacimenti a causa della loro deteriorabilità.

Quando sul tetto era previsto di appoggiare il sovraccarico di una terrazza si preferiva talvolta usare, al posto dei più sottili abbadini, le più spesse e grandi lastre da gronda (*ciappe da gronda*). A fronte ad una maggiore robustezza, ciò comportava però un aumento di peso: non a caso quindi tale soluzione era impiegata su tetti impostati su volte in muratura, piuttosto che su tetti a struttura lignea.[10]

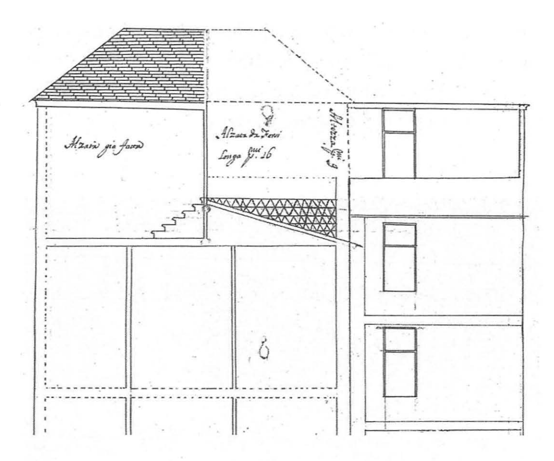


Figura 10
Casa di G. D. Lomellini a Luccoli, 1711. Si nota la terrazza su *canestrelli* (A. S. C. G., Atti dei PPdC, 175/89)

Per quanto riguarda la struttura portante delle terrazze i documenti citano in modo ricorrente i cosiddetti *canestrelli*, da identificarsi con le incastellature o gattaiolati di mattoni precedentemente descritti. In alcuni contratti è richiesto l'utilizzo dei mattoni *ferrioli* o *neri chiari*, tra le migliori qualità presenti sul mercato, contraddistinte da una cottura media o alta, che rende il materiale compatto e poco permeabile all'acqua. Ciò per ovvie ragioni di resistenza alla compressione e soprattutto di durabilità del materiale in presenza d'acqua.

Sui canestrelli veniva posata la pavimentazione di elementi di ardesia (i cosiddetti *chiapasoli*). In un solo caso sembra essere richiesto un doppio strato, inferiormente di lastre (*chiape*) e superiormente di *chiapasoli*, per rendere perfettamente stagna la struttura.[11]

La struttura a *canestrelli* della terrazza poteva poggiare tanto su un tetto a struttura lignea quanto su un tetto che, a sua volta, impiegava una struttura a *canestrelli* poggiante su una sottostante volta in muratura.

Gli spessori rispettivamente dei muri perimetrali fino alla quota del calpestio, e del soprastante parapetto in mattoni erano quantificati rispettivamente in un palmo o un palmo e mezzo (cm 25–37,5 circa) e in 9 *once* (cm 18 circa). I parapetti più sottili, con spessori di mezzo palmo (cm 12,5 circa), erano dotati di pilastrini.

Alcune considerazioni generali

Il sistema a gattaiolato è ottimo per sovrapporre alla falda del tetto una struttura piuttosto leggera, in cui l' 80–85% del volume occupato è vuoto. Tale struttura si comporta bene in presenza di acqua; permette di avere una camera d'aria discreta e una zona ben ventilata; è ignifuga. Permette inoltre di avere una discreta diffusione dei non indifferenti carichi (al peso del gattaiolato, si sommano infatti il peso del piano di calpestio della terrazza e il carico accidentale che essa deve sopportare).

Rimane infine da chiedersi come si comporta il gattaiolato, a seguito di eventuali movimenti o piccole deformazioni della struttura sottostante, pressoché inevitabili in un tetto ligneo. Il castello di carte, per la disposizione dei suoi elementi, è una struttura labile, con vincoli unilaterali con attrito, aumentato per la presenza della malta; ciò consente una serie di cinematismi che permettono alla struttura di rispondere in modo adeguato alle deformazioni elastiche della struttura sottostante. Una certa rigidità è conferita dalla presenza di pilastrini intercalati al castello di carte, che, non a caso, si adottano solo quando la lunghezza del muriccio è considerevole: solo in questi casi può infatti essere conveniente «frammentare» la struttura, in modo che non si inneschino cinematismi che, anziché essere favorevoli, portino al collasso della struttura stessa. Il comportamento complessivo può inoltre essere influenzato dalle modalità di esecuzione del piano di calpestio. Nel caso più semplice, dove cioè il piano di calpestio è costituito esclusivamente dalle lastre di ardesia accostate e appoggiate sui murici, esso può deformarsi senza comportare alcuna rottura degli elementi. Nel caso di terrazze con calpestio dotato di una pavimentazione con relativo massetto, una eccessiva rigidità di quest'ultima può al contrario comportarne la fratturazione, senza apportare alcun vantaggio dal punto di vista statico.

S. Maria delle Grazie: un caso peculiare

Il quadro sopra tracciato sembra corrispondere ad una tradizione costruttiva omogenea e consolidata, grazie alla quale una soluzione di indubbia efficacia è stata riproposta nel corso dei secoli con minime variazioni, venendo soppiantata solo dai grandi cambiamenti verificatisi nel settore edile a partire dal XIX secolo.

Nel corso delle indagini a carattere storico-archeologico condotte dalle autrici nella ex-chiesa di S. Maria delle Grazie a Genova sono però state trovate alcune tracce di una terrazza oggi scomparsa, che sembrano corrispondere ad una situazione per certi versi diversa e di non facile interpretazione, in corso di studio.

La terrazza, forse costruita in più fasi, doveva estendersi su una parte assai ampia del primitivo tetto a capanna della chiesa, in corrispondenza di 2 delle 3 campate presenti. La traccia più evidente della sua esistenza è costituita da una sequenza di buche da trave che disegnano sul muro d'ambito, al di sopra della traccia del vecchio tetto, un orizzontamento caratterizzato da una doppia pendenza abbastanza pronunciata, che non può che appartenere ad una terrazza (fig. 11).



Figura 11
Ex-chiesa di S. Maria delle Grazie: tracce del tetto a capanna e di una soprastante terrazza

Una prima differenza rispetto a quanto sopra descritto sembra quindi essere quella dell'uso di una struttura lignea, che poteva forse poggiare su dei setti trasversali presumibilmente conformati ad arco (si sono infatti trovate lungo i due lati contrapposti le imposte di quelli che sembrano essere tre arconi trasversali).

La struttura lignea sembra però limitata ad una sola parte della superficie. Nella restante parte, su entrambi i muri d'ambito laterali, si nota invece una sequenza di imposte di archetti (fig. 12), di spessore pari alla larghezza di un mattone, distanti tra loro circa 30–40 cm. Tali resti potrebbero appartenere ad un gattaiolato con disposizione dei mattoni ad archetti e pilastrini anziché a castello di carte.



Figura 12
Ex-chiesa di S. Maria delle Grazie: sulla destra imposte di archetti presumibilmente appartenenti alla struttura di sostegno di una terrazza

Con entrambe le strutture (a castello di carte e ad archetti) si raggiunge l'obiettivo di avere una struttura leggera, resistente, permeabile all'acqua, che non teme l'umido ed ignifuga. Cosa cambia nei due casi? La fattura della struttura ad archetti appare più laboriosa; essa esercita spinte laterali e necessita quindi di murature al contorno adeguate; concentra di più i carichi sul tetto; potrebbe però rappresentare un risparmio di materiale (e di peso) rispetto alla struttura

a castello di carte e essere quindi preferibile nel caso di dimensioni particolarmente ampie della terrazza.

Confronti in area ligure

In ambito ligure una diversa soluzione per realizzare coperture praticabili si riscontra a partire dal XVI secolo in alcune zone del Ponente (Finalese, entroterra di Albenga, valli Bavera e Roja),[12] nelle quali le strutture di copertura sono costituite da volte in pietra piuttosto ribassate (a padiglione o a botte), estradossate, ma dotata di rinfianchi laterali che rendono la zona di perimetro della copertura praticabile quasi pianeggiante.

Le testate dei muri perimetrali in pietra, rialzate rispetto al piano di calpestio di circa 30 cm formano un basso muretto perimetrale e contribuiscono, con il loro peso, a contrastare le spinte della volta. Lo scolo dell'acqua avviene tramite fori che possono essere dotati di doccioni.

Per garantire l'impermeabilità sono state adottate diverse soluzioni. La prima consiste nel coprire l'estradosso della volta con uno spesso strato di argilla che, oltre ad essere impermeabile, è anche un buon isolante termico. Tale rivestimento doveva però essere periodicamente ripristinato (ogni due anni circa).

Una soprastante pavimentazione in lastre di pietra o in cotto poteva difendere la superficie dell'argilla dal dilavamento e dall'irraggiamento diretto, oltre che dagli effetti del calpestio. In mancanza della stessa si aveva cura di coprire il piano di calpestio con frasche, per proteggerlo dai raggi solari e mantenere l'argilla umida.

In alternativa alla tecnica di rivestimento mediante argilla si impermeabilizzava la volta mediante l'uso di malta di calce a comportamento idraulico. Il piano di calpestio era in tal caso costituito da mattonelle di laterizio sigillate con malta o argilla o da un battuto di malta di calce debolmente idraulica.

Tali coperture praticabili, di ampiezza limitata (pari ad un vano abitativo), erano usate a scopi agricoli, ad esempio per seccare le granaglie. Non sono quindi direttamente paragonabili, per funzione e dimensioni, a quelle in uso negli stessi secoli nella città di Genova. E' comunque interessante notare come, nell'ambito di una realtà territoriale sostanzialmente omogenea, si siano sviluppate soluzioni così differenziate dal punto di vista tecnologico.

Note

Si precisa che, pur nell'ambito di un lavoro comune, Daniela Pittaluga ha redatto i primi 6 paragrafi e Anna Boato i restanti 6.

1. Dati interessanti emergono inoltre nel lavoro svolto per il Corso di Restauro, a. a. 1992/93, da G.Braida, M. Frumento, L. Vassallo, *Approccio storico ed analitico al tema della «casetta» (piazza Sarzano civ. 19).*
2. In mancanza di specifiche analisi stratigrafiche non è però dato sapere se una tale sovrapposizione sia originaria o sia frutto di interventi successivi.
3. In alcune strutture di estensione piuttosto limitata, il corso di mattoni in orizzontale è raddoppiato. In tal caso la struttura è piuttosto rigida.
4. Strutture di questo stesso tipo sono impiegate nell'edilizia storica ogniqualvolta si registri la necessità di avere strutture leggere, resistenti e non particolarmente vulnerabili all'acqua. Ad esempio graticci in mattoni vengono utilizzati per realizzare gli sbalzi di gronda e parti terminali di murature di mattoni soggette esclusivamente al peso proprio (ad es. «torre medievale» di Villa Serra a Comago (GE), parte terminale della muratura immediatamente sotto ai merli).
5. Le relazioni tra carpenteria edile e carpenteria navale favorivano il riutilizzo di elementi strutturali come i pennoni dell'apparato velico che, se ancora in buono stato, venivano recuperati dalle imbarcazioni in disarmo per essere reimpiegati come travi da costruzione «sul mercato è facile reperire, ed a buon prezzo, legname di recupero, proveniente dalla demolizione di vecchie navi» (Conte 1970, 301).
6. Archivio Storico del Comune di Genova (A. S. C. G.), Atti dei PPdC, f. 224 doc 38; Boato e Decri 1995, 36; Boato 1995, 48.
7. Ricerche interuniversitarie svolte con fondi ministeriali (MURST): *Fonti scritte e fonti materiali per l'edilizia dell'età moderna, Storia dell'uso dei materiali edili a Genova, Tecniche costruttive, manutenzione, materiali, restauri: il caso ligure,* 1988–1996, Facoltà di Architettura di Genova (unità operativa genovese coordinata dal prof. L. Grossi Bianchi). Ricerca di dottorato: A. Boato, *Costruire a Genova tra medioevo ed età moderna*, tesi di dottorato in Conservazione dei beni architettonici, VI ciclo, 1995.
8. Si ringrazia Anna Decri per la segnalazione (per maggiori dettagli: A. Decri, *Conoscere l'architettura, manufatti nel Settecento genovese*, tesi di dottorato in Conservazione dei beni architettonici, XII ciclo, 2002).
9. Tale andamento di progressiva diminuzione delle misure emerge dai proclami dei Censori (A. S. C. G., Censori, ms. 426, 427, 428, la questione è inoltre trattata nella tesi di dottorato dell'autrice già citata).

10. Molto chiaro a tale proposito è la seguente prescrizione, in cui è specificato che le lastre di copertura da utilizzarsi per due dei tetti dell'edificio, la cui struttura in entrambi i casi è costituita da un gattaiolato di mattoni poggiante su volte in muratura, siano diverse, proprio in relazione all'esistenza o meno di una soprastante terrazza: «Far il volto del saloto camera e ricamera e sopra tanto quanto tiene la terazza scoperta farli suoi canestrelli e sopra essi il tetto de ciappe da gronda dopie e sopra il tetto ritornarli a fare suoi canestrelli e sopra essi farli il suo suolo. Sopra i volti di la capella e sito di studiolo e sito de scale li canestrelli e sopra essi canestrelli il tetto di buonissimi abaini» (Archivio di Stato di Genova, Notai antichi, 4.752, 11–1–1622).
11. Archivio di Stato di Genova, Notai antichi, 832, 24–3–1460.
12. Dati estratti dalle seguenti tesi di laurea: Invernizzi R., Moretti M., *Le cosiddette «case mediterranee» e il nucleo storico di Lacremà di Calvisio*, Facoltà di Architettura, A. A. 1992/93, relatore prof. T. Mannoni; Olivari R., Zunino E., *Storia del territorio di Balestrino ed analisi archeometrica del borgo*, Facoltà di Architettura, A. A. 1992/93, relatore prof. T. Mannoni; Reynero, S., *Valorizzazione agrituristica di un'area rurale del finalese*, Facoltà di Architettura, A. A. 1984/85, relatore prof. P. Stringa.

Lista di referenze

Boato, Anna. 1995. Leggi e decreti edilizi. In D'Angelo, F. (a cura di). *Argomenti di architettura genovese tra XVI e XVII secolo*, 45–51. Genova: Istituto di Progettazione, Facoltà di Architettura.

Boato, A.; A. Decri. 1995. L'attività edilizia di età moderna a Genova. In D'Angelo, F. (a cura di). *Argomenti di architettura genovese tra XVI e XVII secolo*, 23–44. Genova: Istituto di Progettazione, Facoltà di Architettura.

Boato, A.; T. Mannoni. 1998. *Archeografia del costruito. Tecniche e materiali della Genova pre-industriale (secoli XI–XIX)*, Genova: Istituto di Costruzioni, Facoltà di Architettura.

Conte, V. 1967. *L'ardesia ligure nell'architettura*. Genova-Paris: Vitali e Ghianda.

Conte, V. 1970. Caratteristiche tecnologiche e costruttive degli edifici di Strada Nuova. In Vagnetti, L. (a cura di). *Genova, Strada Nuova*, 295–304. Genova: Vitali e Ghianda.

Decri, Anna. 1991. Per un glossario sull'uso della pietra per le finiture nell'edilizia genovese dei secoli XVI–XVII. In atti del convegno *Le pietre nell'architettura: struttura e superfici*, 57–66. Padova: Libreria Progetto.

Franco, G., D. Pittaluga. 1998. Le strutture in laterizio di villa Carrara a Genova. *Costruire in laterizio* 66: 432–437.

Galliani, G. V. [1984] 1990. *Tecnologia del costruire storico genovese*, Genova: Sagep.

Galliani, G. V., G. Franco (cura). 2001. *Una tecnologia per l'architettura costruita. Forme, strutture e materiali nell'edilizia genovese e ligure*. Firenze: Alinea.

Galliani, G. V.; R. Bobbio; S. Lanza; S. Musso. 1991. *Un episodio edilizio del rinnovamento urbano genovese agli inizi del XVIII secolo. Lettura dello stato fisico dei civici 18 e 19 di piazza Sarzano*. Genova: Facoltà di Architettura.

Mannoni, T., M. Milanese. 1988. Mensiocronologia. In Francovich, R.; R. Parenti (a cura di). *Archeologia e restauro dei monumenti*, 383–402. Firenze: Insegna del Giglio.

Mor, G. 1998. *Strutture di copertura nell'architettura genovese*, Genova: Facoltà di Architettura.

Rocca, Pietro. 1871. *Pesi e misure antiche di Genova e del Genovesato*. Genova: Sordomuti.

Pittaluga, D., P. Ghislanzoni. 1992. Informazioni storiche e tecniche leggibili sulle superfici in laterizio. In atti del convegno *Le superfici dell'architettura: il cotto. Caratterizzazioni e trattamenti*, 11–21. Padova: Libreria Progetto.

Evolución histórica del uso de elementos metálicos en la construcción con madera

Milagrosa Borrallo Jiménez

En mayor o menor medida el hierro se ha usado en construcción desde tiempos remotos; ha sido insustituible en carpintería para la fabricación de herramientas, utillaje y mecanismos y, generalmente, para cualquier elemento resistente que necesitara una elevada capacidad resistente (sobre todo a tracción) con reducida sección. Su empleo siempre ha planteado la necesidad de resolver cómo debía emplearse en elementos estructurales, desde el punto de vista técnico y arquitectónico, y con ello, solucionar problemas derivados tanto de la fabricación como de la puesta en obra y conservación en el tiempo. El problema de su degradación por corrosión ha sido siempre importante, puesto que implica un aumento de su volumen y rotura de los materiales con los que está en contacto.

Si hacemos un breve repaso del uso de elementos metálicos en la construcción en madera a lo largo de la historia (incluida la construcción naval) nos encontramos que hasta etapas muy avanzadas no fueron empleados masivamente. En la Antigüedad, la tecnología naval egipcia, de la que se tienen datos a partir del descubrimiento en 1954 del barco de Keops (edificio flotante) dentro de la gran pirámide, revela cómo los barcos se construían a base de piezas trabadas y tensadas por una cuerda que se ataban de proa a popa, con la particularidad de la ausencia de herrajes en su armado (fig. 1). Sin embargo, la construcción naval griega y romana introduce los metales para la protección de sus embarcaciones de madera, por debajo de la línea de flotación, colocando planchas de plomo sobre tela empapada en alquitrán y sujetas con clavos de cobre (Johnson 1978).

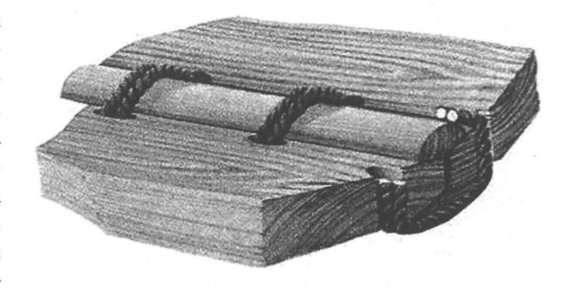


Figura 1
Cuerdas hechas de raíces que cosen gruesos tablones de roble en una embarcación primitiva (Johnson 1978)

Muchas pinturas de la época nos muestran la forma y el aparejo de las embarcaciones del mundo clásico. Descubrimientos realizados en el siglo XX de barcos mercantes naufragados proporcionan datos de los métodos constructivos. En el Mediterráneo, la madera utilizada para la construcción de barcos era el abeto (por su resistencia a la pudrición), el abeto plateado (por su ligereza) y el cedro; incluso el pino fue utilizado en Chipre por ser de mejor calidad que el abeto del lugar. Las cuadernas, para rigidizar el casco, se hacían generalmente de roble y las espigas y lengüetas, de maderas elásticas, como la acacia, el olivo y el roble de veta recta bien seco. Las cuadernas se sostenían con pernos de madera a los que se

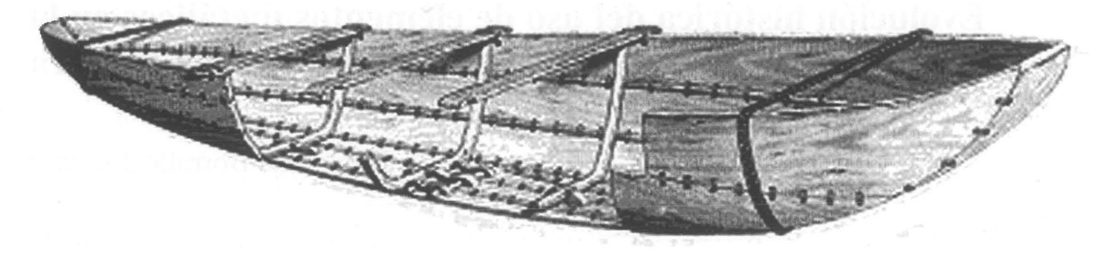


Figura 2
Casco de una embarcación perteneciente a la edad de bronce inglesa (Johnson 1978)

clavaban puntas de bronce por fuera del casco (fig. 2). Aunque, al parecer, no se empleaba la madera curada, tenía que estar suficientemente seca para que se expandiera y se apretaran todas las puntas al botar el casco al agua (Johnson 1978).

Entre las especies de madera utilizadas tradicionalmente para la construcción de barcos encontramos el roble, sin embargo, su escasez y las mejores condiciones de trabajabillidad de algunas maderas tropicales, como la teca y el iroko han provocado su sustitución por estas (AITIM nº 1–2, 1963 a 1968). La teca, concretamente, se caracteriza porque ofrece piezas de gran longitud, es muy duradera y muy estable a las variaciones de humedad, tiene fibra recta, es muy impermeable (debido a la oleoresina que contiene) y no ataca al hierro.

En edificación, los griegos no conocían la armadura triangulada,[1] por tanto, sólo se tiene referencias del uso del hierro (solo o recubierto de plomo) y el bronce[2] exclusivamente para trabar (con tijas, grapas y crampones) el aparejo de los muros de mampostería de piedra y también en los ejes de columnas, como recomendaba Rondelet (Adam 1996).

De la cultura romana, la mayoría de las armaduras han desaparecido (a excepción de las encontradas en Herculano y Pompeya, que son de dimensiones modestas). Se necesita por tanto recurrir a las fuentes literarias e iconográficas, que también son reducidas, y a las huellas de soportes dejadas en los monumentos, para poder estudiar la estructura de sus armaduras. El modo elemental de refuerzo de uniones utilizado por los romanos fue el de ligaduras a base de cuerdas. Esto se deduce de un texto de Vitruvio, en el que describe la construcción de bóvedas encamonadas a base de tirantillas atadas y suspendidas del entramado por ligaduras de madera flexible. El mismo sistema vuelve a aparecer cuando Vitruvio explica la ejecución de cajones para hormigonar en el mar (Vitruvio, 5.12). Si bien Vitruvio nos habla largo y tendido de las diferentes maderas utilizables en carpintería (2, 9), no dice nada acerca de la manera de ensamblarlas (Adam 1996). Los romanos sólo admitían el hierro en sus armaduras como algo excepcional. Fueron ellos quienes empezaron a utilizar el hierro en la clavazón de estructuras de madera, y muestra de ello son espigas metálicas utilizadas en algunas de ellas, aunque en general las clavijas eran de madera (fig. 3).

Los romanos, aunque mantuvieron la tipología de las antiguas armaduras etruscas, quisieron enseguida sustituir la madera por un material menos alterable como el ladrillo, en disposición de arcos, o el «bronce», metal fácil de trabajar y cuyas uniones son muy sencillas de realizar. Inicialmente emplearon el bronce en elementos principales y, posteriormente, incluso en recubrimientos. Entre los ejemplos más significativos tenemos la cubierta de la basílica Ulpia, completamente realizada en bronce, una gran sala de

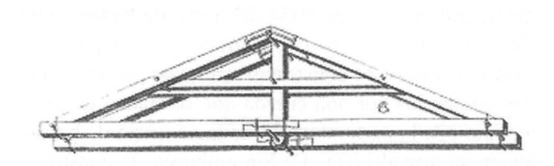


Figura 3
Armadura de la antigua basílica del Vaticano, según Fontana, con bridas de hierro (Choisy [1873] 1999)

las termas de Caracalla, con toda su carpintería en este metal y en el siglo primero antes de nuestra era, los romanos utilizan sólo el bronce para construir la armadura del pórtico que está delante de la rotonda de Agripa (Choisy 1999, 135) (fig. 4).

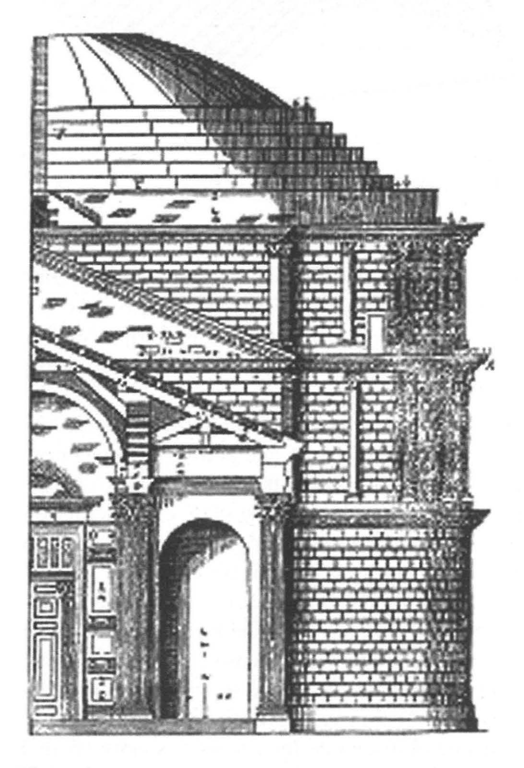


Figura 4
Sección del pórtico del Panteón, por A. Palladio (Adam 1996)

El pórtico del Panteón conservó durante quince siglos piezas de bronce. Las descripciones que se tienen hablan de planchas de bronce ensambladas en forma de U, lo que induciría a pensar que se trataba, no de elementos portantes, sino de revestimientos decorativos. No obstante, no queda descartado atribuirles una función portante, bien como refuerzo de las piezas de madera o, y sería la hipótesis más atrevida (según Adam), como vigas metálicas perfiladas. Palladio, que dibujó un alzado completo del monumento, nos da la sección del pórtico (Palladio [1570] 1968, 73–74). También tiene el Panteón el privilegio de haber recibido una cubierta de tejas de bronce que tras múltiples saqueos fueron expoliadas por Constante II.

Los bizantinos utilizaron el hierro para medios auxiliares, y a lo largo de toda la Edad Media, además de mantenerse los usos anteriores, las bóvedas fueron reforzadas por medio de tirantes metálicos, sobre todo en Italia.

En el Renacimiento, Leonardo da Vinci advierte que «el arco con cuerda (atirantado) poco dura», y Alberti, en su tratado, manifiesta ser cautos con el uso del hierro. Andrea Palladio describe en sus *I Quattro Libri dell´Archittetura*, publicados por primera vez en 1570, cerchas de aspecto moderno para su uso en grandes luces. A ella pertenece la ilustración del puente sobre el río Cismote en Italia, con una luz de 30 metros (fig. 5) (Gómez Acosta y López Martínez 2002, 266).

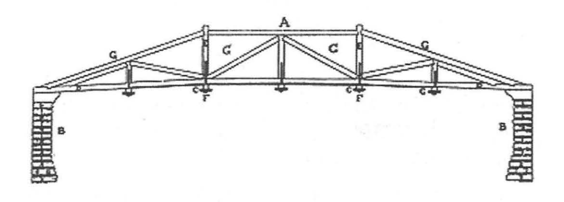


Figura 5
Cercha del puente de Cismote, ilustración de Palladio

Philibert de l´Orme, en el siglo XVII, desaconseja el uso del hierro en los empotramientos de las vigas de madera en los muros. En 1561 publica en París el libro *Nouvelles inventions pour bien bastir et á petit fraiz*, donde expone su invención del sistema de carpintería modular enclavijada (fig. 6). Es una obra técnica dedicada a la práctica de la construcción de tejados, bóvedas y techos de madera, de un modo económico y sencillo. Propone un sistema para la construcción de formas arqueadas mediante unas piezas curvadas de pequeñas dimensiones, que se ensamblan con unas tijas, también de madera. Sin embargo, las cubiertas no comenzaron hasta el final del siglo XVII a reflejar el cambio del uso casi universal de las juntas de madera a ensambles diseñados específicamente para las uniones de metal, que usaban tornillos y abrazaderas (Gómez Acosta y López Martínez 2002, 264).

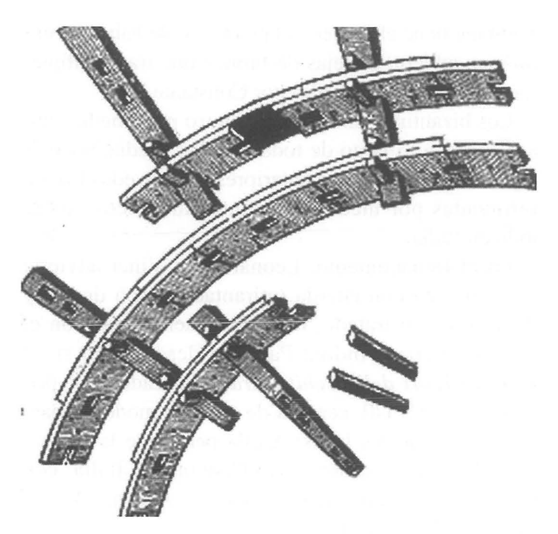


Figura 6
Sistema de carpintería modular enclavijada. Philibert de l'Orme, siglo XVII (Wiebenson, D)

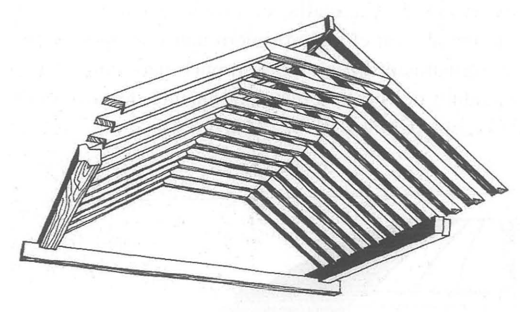


Figura 8
Armadura par-nudillo (Nuere, E)

La posterior utilización de bridas, bulones y clavos permitió la construcción de vigas curvas de madera constituidas por varias tablas delgadas enlazadas entre sí, precursoras de la futura madera laminada, con ejemplos como los indicados en la figura 7.

Elementos metálicos en la carpintería de armar tradicional española

Si bien la carpintería de armar española, cuyo esquema básico estructural ha sido la cubierta de par-nudillo (fig. 8), ha evitado la utilización de herrajes metálicos en las uniones, es habitual encontrarlos, ante esfuerzos de tracción, como elementos de fijación para evitar desmembramientos y roturas de los elementos de madera.

Se conocen desde tiempos antiguos, ensambles realizados por estereotomía que permiten absorber esfuerzos de tracción, como la cola de milano o el empalme de llave (fig. 9), ajustados, en general con cuñas y clavijas de madera[3] y reforzados en todo caso con colas y ligaduras con cordaje.

Con posterioridad, se diseñaron soluciones de enlaces en las que la presencia del hierro era totalmente necesaria para el funcionamiento de la unión. El elemento o herraje metálico que se ha empleado usualmente con este fin es el clavo (figs.10 y 11).

Aunque el diseño de los encuentros entre las distintas piezas de la armadura estaba pensado para que la estructura fuese estable sin necesidad de clavo al-

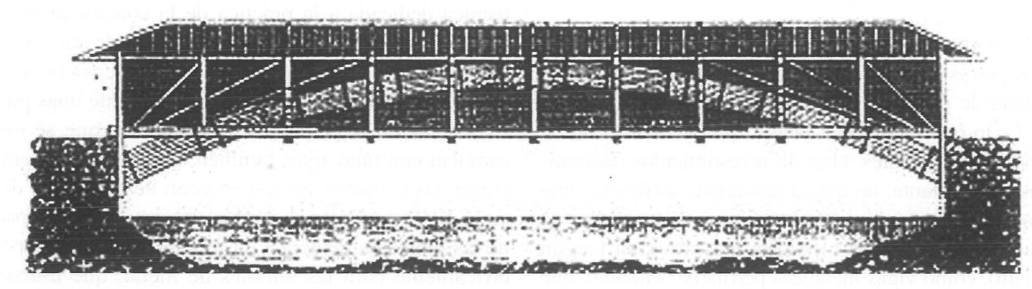


Figura 7
Puente de Wettingen sobre el río Lammat. Suiza 1778 (H.U. y J. Grubenmann)

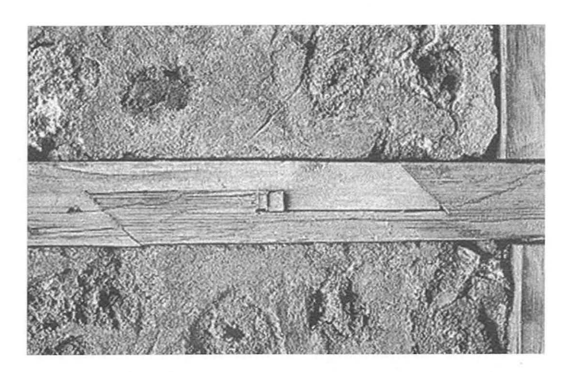


Figura 9
Empalme de llave. (Adam 1996)

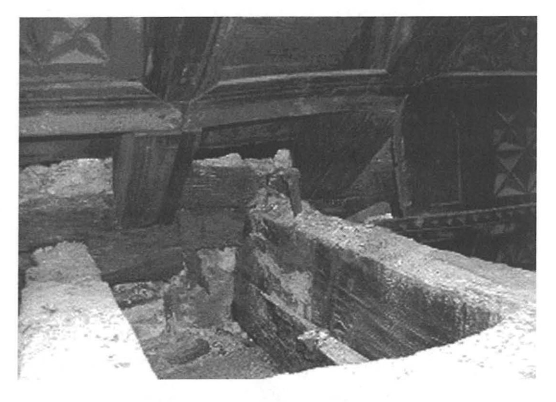


Figura 10
Clavija de refuerzo en un ejemplo de carpintería de armar española (Candelas Gutiérrez 2001)

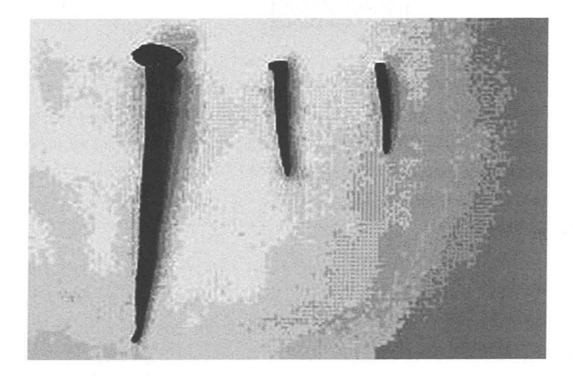


Figura 11
Clavos y clavija obtenidos de armaduras del siglo XVI de la provincia de Huelva

guno, ya que los clavos eran caros y de difícil suministro – la utilización de los mismos, al menos en los elementos estructurales importantes, proporcionaba un afianzamiento ante posibles movimientos y deformaciones. A veces los clavos se utilizaban no para asegurar la estabilidad de las piezas sino para evitar los movimientos de deformación típicos de la madera poco seca colocada en obra (Fernández Cabo 1997, 68).

Los materiales metálicos utilizados a lo largo de la historia para estos elementos metálicos de refuerzo han sido de diversa naturaleza de acuerdo a los avances de la técnica de cada época, desde el tradicional hierro forjado,[4] hasta los inoxidables de cobre o de bronce.

Aunque en el Mundo Oriental se conoció el hierro fundido o colado[5] algunos siglos antes de nuestra Era, en Europa no se desarrollaría esta tecnología hasta fechas muy posteriores, en torno al siglo XIV (Almunia 1953, 45).

Hasta ese siglo, e incluso hasta finales del siglo XVIII, la mayor parte del hierro que se obtenía, en las fargas y ferrerías,[6] era «hierro forjado», para el que no se requiere temperaturas muy elevadas (del orden de 750º), pero son necesarios poderosos sistemas de inyección de aire para poder reducirlo. El producto obtenido del horno (mezcla esponjosa de metal, óxidos y silicatos) era purificado por el procedimiento de forja, consistente en un calentamiento y martilleado hasta separar las escorias y darle forma.

El hierro forjado español fue muy apreciado en Europa hasta el año 1500 aproximadamente, en que apareció el hierro fundido. Tal circunstancia se debía, en gran parte, a que el material producido en nuestro país «no se corroía» o «se corroía menos» debido a ciertas técnicas empíricas empleadas en su fabricación.[7]

Este material era moneda de cambio en algunos contratos de obras, pues al mismo tiempo que era un material reutilizable, aprovechándose de los restos de otras armaduras colapsadas, era también un material caro, ya que hasta bien entrado el siglo XVIII su producción estaba limitada a los medios artesanales de fundición y forja.

Por regla general, la clavazón no se especificaba de una manera expresa en la memoria y condiciones de los contratos, sino que la iglesia o promotor aportaba a pie de obra todos los materiales necesarios, incluida la clavazón, salvo referencia expresa en contra (Fernández Cabo 1997).

Hay datos de cartas de pago de las obras de algunas iglesias, como la capilla mayor del monasterio de la Concepción en Ponferrada, León, donde se realiza una descripción detallada de todas las piezas de madera, así como de los elementos auxiliares tales como clavijas y resto de la clavazón necesaria, siendo esta la cuarta parte aproximadamente de la primera (Fernández Cabo 1997):

Precio de la madera aserrada y escuadrada: 15.000 maravedíes
Precio de las «clavijas, forcales y clavazón»: 3.600 maravedíes

Al ser los clavos metálicos costosos, los carpinteros eran escrupulosos en su uso. De hecho, en las Ordenanzas de Sevilla[8] se regula la compra de clavos castigando, al igual que ocurre con la madera, su compra o reventa fuera de los cauces establecidos:

Que ninguno de los dichos carpinteros, ni otra persona alguna, no sea osado de yr, ni embiar a la dicha villa de Sant Lucar de Barrameda, ni menos de comprar en esta dicha cibdad (Sevilla), ninguna clavazón perteneciente al dicho su oficio de carpintería, para la aver de revender.

Si repasamos lo especificado por los tratadistas españoles: Diego López de Arenas,[9] Fray Andrés de San Miguel, Fray Lorenzo de San Nicolás,[10] Rodrigo Alvarez[11] y García Verruguilla, encontramos que aconsejan el recurrir al refuerzo de las diferentes uniones en carpintería de armar mediante elementos metálicos, la mayoría de tipo clavija. Así, Fray Lorenzo de San Nicolás recomienda asegurar las uniones de las piezas mediante llantas o cuchilleros, o sea pletinas de acero clavadas en el grueso de las piezas. La decadencia en el uso de los cartabones para resolver la estereotomía de la madera produce una falta de confianza en el proceso constructivo que hace que intervengan elementos ajenos a él (Duclós Bautista 1992,10).

Rodrigo Álvarez, en su manuscrito (1640), propone la sustitución de los tirantes de madera, que obligatoriamente había que colocar en las armaduras de planta alargada, por tirantes de hierro y lo justifica por su liviandad visual frente a la madera.

y A estos (los tirantes) con que se fortalecen el estrivamento, Dizen y llaman tirantes que por ser odiosas a la vista con su cuerpo entre los ojos y la labor de la obra en Armadura, No pudiendo negar su necesidad y el Bien que de su asiento Resulta a la perpetuidad de la obra, en armadura las labran Muchas veces y a sientan los Arquitectos No de vigas de madera sino de fierro por ser material porque con menos cuerpo se hace el efecto, que de el mucho cuerpo de las vigas hazen las tales tirantes ser odiodas a la vista, y las de fierro no ynpiden a la vista para la labor de la obra en las tales Armaduras, de su con Partición Y asiento se dijo en el capítulo 14 (R. Alvarez, h. 28v y 29).

Conviene recalcar que muchos de los diseños de las uniones manifiestan claramente que han sido concebidos para que puedan cumplir sus funciones constructivas y estructurales sin necesidad de clavos o clavijas supletorios, lo cual debía encarecer notablemente la ejecución de las armaduras realizadas en época medieval. Más tarde, se diseñarían soluciones de enlaces en las que la presencia del hierro era totalmente necesaria para el funcionamiento de la unión. Son soluciones constructivas con menor labor carpintera y que necesitan de clavos o herrajes para su correcto funcionamiento (fig. 12).

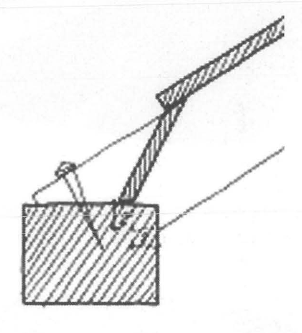


Figura 12
Apoyo de pares sobre estribo con solución de encastre y clavo. Este clavo evita el desplazamiento horizontal en caso de no resistir la patilla (Fernández Cabo 1997)

La Revolución Industrial en Europa coincidió también con la disminución de los recursos madereros por lo que el sistema constructivo de entramado de madera fue sustituido por el sistema de fábrica de ladrillo, reservándose la madera para puertas, ventanas, escaleras, revestimientos y artesonados. La revolución se produjo principalmente en América donde el

metal era abundante a principios del siglo XIX, de manera que en las primeras décadas del siglo XIX los americanos dominan la fabricación mecanizada de clavos, hasta entonces de elaboración absolutamente artesanal (se hacían a mano, uno a uno).

En las últimas décadas del siglo XX, las uniones entre elementos de madera experimentaron una fuerte evolución que permitió tanto la optimización de sistemas constructivos tradicionales como la ejecución en madera de cualquier tipo de sistema estructural (láminas, pórticos, arcos, . . .). En ello ha contribuido la utilización mayoritariamente de herrajes metálicos para la resolución de uniones (fig. 13), con una gran variedad tipológica: tornillos o tirafondos, grapas, pernos, placas auxiliares, placas clavos estampadas, conectores o anillos, herrajes de cuelgue, etc.

Si bien esto ha supuesto un aumento de resistencia de los sistemas estructurales fundamentalmente, desde el punto de vista constructivo, la combinación de los dos materiales, metal y madera, ha ocasionado una serie de defectos y daños que no se producían cuando las uniones se realizaban de forma tradicional, mediante estereotomía. Entre ellos:

- Peor comportamiento ante el fuego, por la debilidad de los herrajes metálicos a altas temperaturas
- Peor comportamiento en lugares con importantes cambios térmicos entre el día y la noche (como cubiertas), por la diferente conductividad de ambos materiales y los cambios dimensionales derivados.
- Vulnerabilidad de la unión por el deterioro de ambos materiales: la mayor conductividad del acero hace que se puedan producir condensaciones en la superficie metálica al bajar la temperatura, la madera, debido a su higroscopicidad, absorberá esa humedad. Por un lado el elemento metálico podrá corroerse, si no tiene una eficaz protección para ello, pero, por otra parte, la madera humedecida favorece la colonización de hongos, que preparan la madera para otros daños. Es un debilitamiento combinado de las uniones que a la larga provocará su posible rotura.

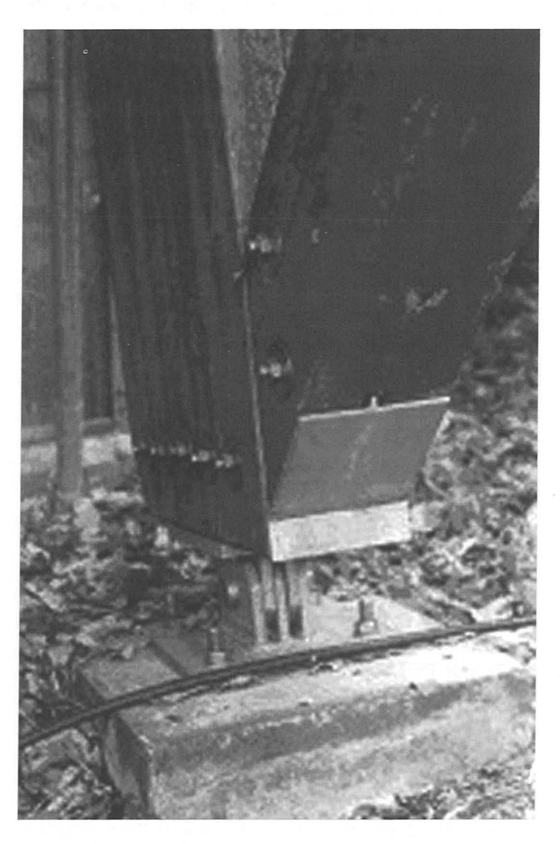


Figura 13
Detalle de unión en la construcción actual en madera

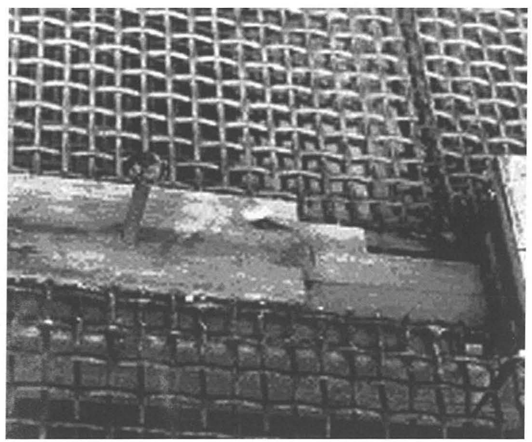


Figura 14
Pabellón de Checoslovaquia Expo´92. Estado de las fijaciones de acero galvanizado. Fuente: E. Morales. AITIM 220

Un ejemplo de estos defectos se pone de manifiesto en el Pabellón de Checoslovaquia en la Expo´92 de Sevilla, que presentó la ruina de las bandas horizontales, de roble europeo fijadas con tirafondos galvanizados, a los cinco años desde su construcción (fig. 14). La causa estuvo en la agresividad por acidez del roble y la consecuente corrosión de los elementos metálicos, así como defectos de construcción. La intervención consistió en sustituir la madera de roble por iroko y el acero galvanizado por acero inoxidable (fig. 15).

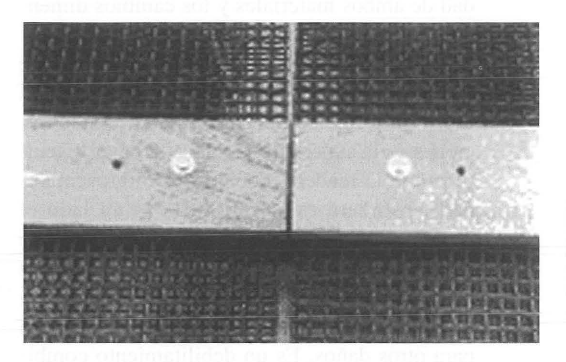


Figura 15. Pabellón de Checoslovaquia Expo´92. Tablas de madera de iroko y fijaciones de acero inoxidable. Fuente: *E. Morales*. AITIM 220

Existen otros muchos casos de edificaciones actuales en madera en las que se observa el deterioro de los herrajes metálicos utilizados en ambientes agresivos sin haber tomado las medidas constructivas apropiadas por el proyectista para garantizar la durabilidad de los mismos. Y es que, aún hoy en día, existe un desconocimiento generalizado de cuáles son los agentes o factores que pueden intervenir en el deterioro de herrajes en contacto con madera y viceversa.

NOTAS

1. La única obra exclusivamente dedicada a la armadura griega es la de A. T. Hodge 1960. *The woodwork of greek roofs*, Cambridge.
2. Según A. Choisy nunca utilizaron bronce.
3. Estas solían hacerse de maderas más resistentes como el Fresno o la Acacia
4. También llamado hierro maleable o dulce. Es un material ferroso formado a partir de una masa solidificada de partículas pastosas de hierro metálico altamente refinado que, sin una fusión subsecuente, contiene una cantidad de escoria (silicato ferroso) que varía entre un 1 a un 3% del producto final. Pese a su alta resistencia a la corrosión y al impacto, actualmente se produce muy poco. Fuente: Enciclopedia McGraw Hill de ciencia y tecnología.
5. Nombre genérico que describe las aleaciones del hierro que contienen entre 1,8 y 4,5 % de carbono. Es duro y frágil.
6. Fueron unas instalaciones, fábricas o artefactos destinados a la elaboración de hierro forjado que, más tarde, era transformado en clavazón, aperos de labranza o armas de fraguas, mazos o martinetes por artesanos herreros, armeros o cerrajeros. Su tecnología se inicia hacia el siglo XI y con muy pocas modificaciones llegó hasta finales del siglo XIX, en el que la producción industrial en hornos altos al cok acabó con ellas.
7. Las rejas utilizadas en hierro forjado de muchas catedrales europeas, incluida la de Notre Dame de París, fueron realizadas por forjadores catalanes.
8. ([1527, 1632] 1975, 147).
9. López De Arenas, D. *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes, . . . otras cosas tocantes a la ieometría y puntas del compás*. Edición facsímil de la primera edición de Sevilla de Luis Estupiñán. Valencia: Albatros.
10. San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1665. *Segunda parte del Arte y Uso de Arquitectura*. Madrid.
11. Alvarez, R. 1699. *Breve compendio de la carpintería y trazado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la ieometría y puntas del compás*. Salamanca.

LISTA DE REFERENCIAS

Adam, Jean Pierre. 1996. *La construcción romana: materiales y técnicas*. León: Editorial de los Oficios.

Almunia, J. 1953. *Orígenes de la fabricación de arrabio en España.*

Balboa de Paz, J. A. 1990. *Hierro y herrerías en el Bierzo preindustrial*. León: Diputación Provincial de León.

Candelas Gutierrez, A. L. 2001. *Carpintería de lo blanco onubense*. Huelva: Diputación de Huelva.

Choisy, Auguste. [1873] 1999. *El arte de construir en Roma.*Edición a cargo de Santiago Huerta Fernández; Francisco J. Girón Sierra; traducción de Manuel Manzano-Monís López-Chicheri. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Fernández Cabo, Miguel. 1997. *Armaduras de cubiertas.* Valladolid: Ámbito.

Gómez Acosta, José M. y D. López Martínez. 2002. *Tecnología arquitectónica hasta la revolución científica: arte y estructura de las grandes construcciones.* Robert Mark, ed. Revisión de la traducción: Juan Calatrava. Madrid: Akal.

Johnson Hugh. 1978. *La Madera (Título original: The Internacional Book of Wood).* Barcelona: Blume (Traducción: Concepción Rigau).

Nuere Matauco, E. 2000. *La carpintería de armar española.* 2ª ed. Madrid: Munilla- Lería, D.L.

Palladio, A. [1570] 1968. *I quatro libri dell´architettura,* libro cuarto, 20, 73–74 y lámina 77. Reedición de Milán.

Boletín de información técnica AITIM (Asociación para la Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho) 1963 a 1968, nº 1 y 2.

Boletín de información técnica AITIM (Asociación para la Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho) 1963 a 1968, nº 220.

El conocimiento de las técnicas constructivas tradicionales como base fundamental para la recuperación de elementos arquitectónicos: aplicación a un caso de armadura de cubierta

José María Calama Rodríguez
Cecilia Cañas Palop

Los sistemas constructivos tradicionales han utilizado, en bastantes ocasiones, técnicas de construcción que se han mantenido invariables, o con escasas modificaciones, a lo largo de distintas etapas históricas.

En el caso concreto de la carpintería de armar, podemos encontrar soluciones constructivas cuyas técnicas de ensamble, empalme o acoplamiento, han permanecido invariables durante siglos. Hasta tal punto que, aunque existan un amplio abanico de soluciones constructivas, es posible encontrar algunos elementos específicos que se han ido resolviendo de manera muy similar.

En la presente comunicación planteamos un caso de recuperación posible de la cobertura original de lo que fuera celda Prioral del Convento de Santa Clara de Sevilla, cuya construcción se remonta aproximadamente al 1250, a partir de la existencia de algunas huellas de lo que fueron sus apoyos y de escasísimos restos materiales que aún permanecían. Todo ello teniendo presente que se trata posiblemente de una de las cubiertas más antiguas de la que tengamos restos en la ciudad de Sevilla y de que realmente no existe precedente alguno de armadura de cubierta que permanezca en pie después de tantos años y que nos pueda alumbrar o facilitar un proceso metodológico para su análisis topológico.

Sin embargo, la transposición de los conocimientos de las técnicas tradicionales a los vestigios y escasos restos encontrados, la lectura de paramentos y el análisis y tratamiento científico de los datos, nos ha permitido realizar una aproximación fiable de lo que fuera su estado original, por si fuera oportuno o conveniente su recuperación en el proyecto de rehabilitación del edificio patrimonial. Hemos de añadir que, para su deducción, ha sido sustancialmente básico el conocimiento de las técnicas constructivas tradicionales de la Carpintería de Armar, lo que nos lleva a refirmar que el conocimiento de la Historia de la Construcción es básico para intervenir en el Patrimonio Arquitectónico.

El Convento de Santa Clara de Sevilla

De todos es conocido[1] el reparto realizado en Sevilla por Alfonso X de la colación de San Lorenzo, y de él, la herencia otorgada al infante Don Fadrique, segundo hijo del rey Fernando y Doña Beatriz de Suavia. Por el texto referenciado conocemos que la amplitud del territorio heredado por el infante, ocuparía la trasera de lo que actualmente es la calle de Santa Clara hasta la Puerta de la Barqueta.

En esta zona, mediado el siglo XIII, mandó construir Don Fadrique su palacio, del que aún se conserva la atalaya, torre cuadrada sobre un basamento de piedra y posterior obra latericia para volver al material pétreo en el recercado de su vanos y en las saeteras.[2] Junto con el palacio del Caracol del Real Alcázar y la iglesia de Santa Ana en Triana, estamos ante las primeras muestras de construcciones cristianas en la Sevilla recién conquistada.

Los últimos estudios arqueológicos y el análisis de sus paramentos (Tabales. Fase I, 2003), parecen confirmar que la planta del palacio que comenzara a construir el infante, se organizaba en torno a un patio rectangular centrado en sus lados menores con la torre. Sin embargo Don Fadrique no llegó a concluir sus estancias palaciegas, ya que poco antes de su muerte cedió lo construido a la Orden de Calatrava y en 1284, Sancho IV, cumpliendo el testamento del Alcalde de la Ciudad D. Rodrigo Esteban, cedió las edificaciones a la Orden femenina de San Francisco y tanta Clara.

De la primera etapa de la obra se conservan muros de dos pies y medios de espesor en obra de fábrica de ladrillo con aparejo de tizones e importantes espesores de tendeles de mortero rico en cal. Al menos en tres crujías del patio principal se ha encontrado esta labor que queda rota al Norte por el coro de la iglesia y al Sur por el refertorio del convento, pero que se conserva en buen estado en el espacio de lo que fuera celda prioral, que se configura como un prisma que debió estar exento a partir del primer piso.[3]

En los paramentos de esta celda pueden observarse buena parte de las crujías del claustro, una línea de mechinales que con toda probabilidad sirvieron para el apoyo de las cabezas de las vigas de lo que fuera techumbre inicial y que fue posteriormente sustituida con el fin de ganar altura en la galería del claustro. Esta hipótesis se puede confirmar también por el acceso a la celda prioral, desarrollada como espacio cuadrado, a modo de torreón, en la que el acceso a la misma, en la planta alta, debe salvarse por medio de diversos escalones.

Naturalmente, debido a los materiales usados para su construcción, más perecederos, la cubierta, y su estructura portante, suele ser el primer sistema constructivo que desaparece en los edificios de esta época, especialmente si se abandona su conservación. Este hecho lo corrobora el que la mayor parte de los edificios histórico-patrimoniales presentan importantes reformas en sus techumbres. Ocurre, por tanto, que en la mayor parte de los casos, no se trata de techumbres originales, especialmente si las cualidades constructivas del edificio no son de la relevancia arquitectónica que les haga merecedores del adecuado mantenimiento y conservación.

A lo anterior hemos de añadir que si además se trata de un sistema constructivo básico, sin un carácter singular que les haga merecedores de un estudio filológico adecuado, se le añaden las dificultades de encontrar su procedimiento técnico descrito en los tratados. Teniendo en cuenta, por otro lado, que hasta el siglo XVI, la transmisión de conocimientos de arquitectura y construcción, se fue produciendo de forma oral dentro de los gremios implicados en el proceso constructivo. Todo lo cual hace que las fuentes del conocimiento de estos elementos sean escasas, salvando los escasos dibujos que se conservan de Villard de Honnecourt (de 1235) y en los que se incluyen las primeras referencias de las armaduras de madera. También pueden utilizarse como referencia para el análisis de este tipo de armazones de madera para cubiertas, las que se han dado en denominar «mudéjar hispalense», y de las cuales son clara referencia las realizadas por Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla, aunque siempre sin olvidar que hemos datado la construcción de la estructura base de nuestro análisis a mediados del siglo XIII, por lo que se puede afirmar que parte de parámetros totalmente islámicos.[4]

Evidencias constructivas y decorativas

El análisis de los paramentos de los lados Este y Norte de la Celda Prioral, nos ha permitido encontrar restos de maderamen insertos en los mechinales que presentan secciones de 16 × 10 cm. Estos restos se encuentran separados entre sí y situados de forma equidistante respecto al eje de simetría de ambos muros y formando parte de ellos, es decir, en los muros no se aprecia la apertura alguna de hueco posterior a la ejecución de los mismos. Por lo que parece evidente que tanto uno como otros se ejecutaron de manera conjunta.

Además, en los extremos del muro, o más concretamente a 70 cm de los extremos y un poco más bajos que los elementos anteriores, se abren otros mechinales de forma singularmente oblicua, y que encuentran su homólogo en los muros ortogonales. De la misma forma que los anteriores elementos se observa como el ladrillo está dispuesto de manera que quede la apertura exacta para la formación del elemento, y no se trata de una apertura posterior a la ejecución del muro. En estos no se ha encontrado resto alguno de madera.

Por último, bajo el estribo perimetral sobre el que se asienta el forjado actual se encuentra una moldura

similar a las tocaduras pertenecientes a los arrocabes de las techumbres de madera mudéjares.

Por otro lado, además de estas evidencias constructivas, también se han observado algunas decorativas, como las siguientes:

1. En la estancia inferior aparece pintado en el muro un friso con inscripciones islámicas.
2. Entre el friso anterior y la tocadura, que recorre la sala por debajo del forjado, se abrieron durante el periodo gótico una serie de óculos, de los que actualmente sólo quedan sus huellas.

Todos estos elementos de alguna manera formaron parte del conjunto de la techumbre que originalmente cubrió la torre y que de alguna manera tratamos de desentrañar (fig. 1).

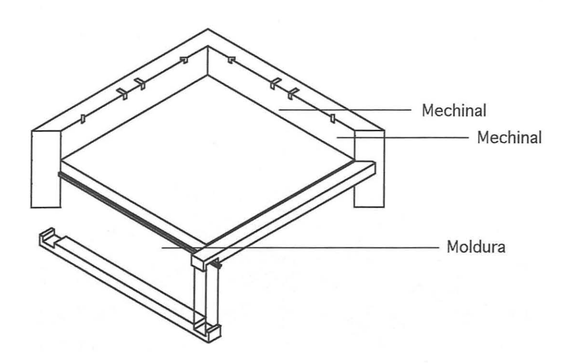


Figura 1
Elementos encontrados. Estado actual

CONSIDERACIONES DE PARTIDA

Existen infinidad de coronaciones de torres de iglesias, con estructuras de madera, que más que a una tipología determinada, responden a costumbres locales o modos de hacer que van variando con el tiempo. Muchas de las estructuras están muy poco estudiadas debido e a la frecuente imposibilidad de acceso al interior de las mismas, salvo en las ocasiones que proporcionan las obras de reparación.

El mechinal nominado como número 1, muestra lo que queda de lo que en su día fueron tirantes pareados situados en el centro de la estructura, y el mechinal número 2 indica la situación exacta de lo que serían unos cuadrales, elementos que suelen acompañar a los anteriores cuando se trata de cubrir una estancia de las dimensiones de las de la torre, y aún cuando no existen dudas sobre la identidad de estos elementos, si que encontramos dificultades a la hora de establecer una tipología concreta.

Premisas previas

Si se tratara de montar un chapitel sobre una torre, la esbeltez deseada del mismo hacía peligrar su estabilidad a consecuencia del viento. Había entonces que montar una estructura que resistiera sus empujes. Para ello era necesario establecer un fuerte estribo central que permitiera erigir esta estructura, la cual quedaría apuntada por los faldones más bajos que arrancan del estribo exterior.

Si en vez de chapitel se trata de una cubierta simple de torre, la solución cambia. Si la armadura es importante tendrá también cuadrales, pero en cualquier caso deberá tener tirantes pareados en el centro de cada lado cuya función, además del lógico atirantado, consiste en afianzar un nabo central capaz de sujetar la cruz veleta y bola con que se rematan estas techumbres.

Datos fundamentales

- No existen durmientes o estribos que atirantar, si no que directamente los tirantes apoyarían en el muro de fábrica y de la misma manera los cuadrales situados a una cota algo inferior a los anteriores.
- Tanto las dimensiones de ambos elementos como su situación se alejan de las que se considerarían más lógicas. Los tirantes centrales de 10 por 16 cm tienen una escuadría reducida con respecto a la luz que tienen que salvar, y por lo tanto por sí mismos serían incapaces de poder sostener ningún tipo de estructura sin sufrir importantes deformaciones, incluso llegar a la rotura.
- La separación entre los elementos centrales no es la suficiente como para, en el caso de en el caso de soportar los esfuerzos requeridos, servir de estructura de apoyo, y es lo suficiente-

mente amplia como para albergar en su interior el vástago central de la estructura apuntada sin ayuda de ningún otro elemento.

- Respecto a los cuadrales, estos suelen ser también de dimensiones importantes, normalmente para afianzar mejor el ensamblaje de la esquina del estribo, ante el empuje de la lima, o bien para soportar mejor el empuje horizontal de los paños ochavados caso de existir estos. Sin embargo, la inexistencia de estribo en este punto anula una de sus funciones más importantes, y en cuanto a la segunda, advertimos, que si la cubierta en cuestión descargara el peso de parte de sus paños en dichos elementos no sería una cubierta ochavada, ya que las dimensiones de estos paños serían sensiblemente inferiores a las de los contiguos.
- Faltaría por analizar el tercer elemento constructivo presente. Se trata de una moldura que recorre todo el perímetro de la torre por debajo del estribo que actualmente sirve de apoyo del forjado. Aunque la hayamos incluido como elemento constructivo, realmente este tipo de molduras tienen una función meramente decorativa aunque estrechamente relacionada con la constructiva, ya que lo normal es que formen parte de un conjunto de elementos cuya función es la de ocultar en parte la estructura de asiento de las armaduras. La presencia de esta aproximadamente un metro por debajo de los anteriores abre una doble posibilidad: por un lado que este último elemento no tenga nada que ver con los anteriores de manera que forme parte de alguna actuación posterior, o que estemos ante el elemento que remataría inferiormente la estructura de cubierta, siendo el estribo actual el encargado de recoger parte de los esfuerzos de la estructura.
- Únicamente falta por citar un aspecto importante, y es que los muros de fábrica originales, sin apenas modificación alguna, se levantan por encima de la estructura analizada dos metros de altura, lo que nos indica que cualquier tipo de estructura de cubierta quedase oculta tras de ellos.

Sabemos que muchas torres mudéjares de la región aragonesa, estaban cubiertas por cúpulas esquifadas de ocho paños, de gran peralte. En las torres más viejas solía quedar oculta la prolongación de los muros exteriores y se trasdosaba en terraza.

Con los datos que existen solo se puede afirmar con seguridad que en su día existió una estructura formada por cuadrales en las esquinas y tirantes pareados en la zona central, y que estos elementos por sí solos no componían cubierta alguna, aunque si fueran los encargados de transmitir parte de los esfuerzos de forma puntual a los muros de carga. Es necesario que intervengan otra serie de elementos que configuren totalmente la estructura, y aunque de ellos no tenemos constancia, la racionalidad constructiva nos puede mostrar el camino para configurar completamente la cubierta de la torre (fig. 2).

Hipótesis de configuración de la cubierta

Los datos principales que nos inducen a pensar en la existencia de un segundo orden de elementos son

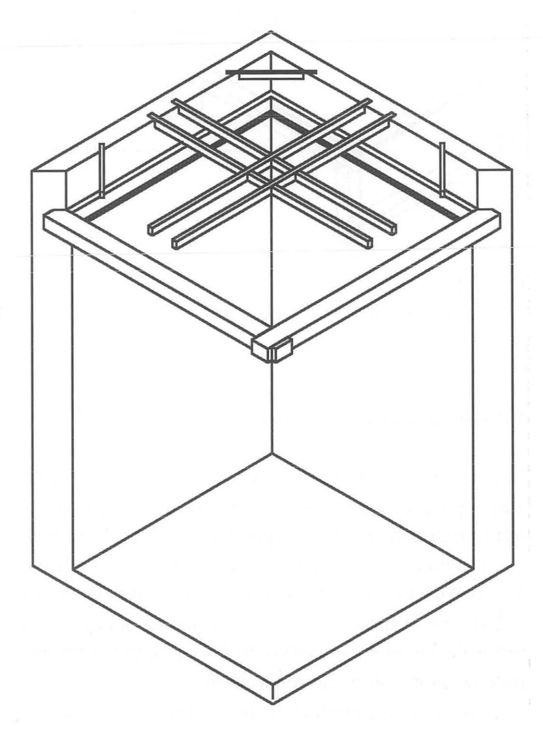


Figura 2
Elementos encontrados. Reconstrucción

principalmente la falta de una estructura de asiento en el plano estudiado, y como se ha indicado, las reducidas dimensiones tanto de tirantes como de cuadrales.

La presencia por otro lado de la moldura rematando toda la composición nos hace pensar que los estribos actuales son los que formaron parte de la cubierta original necesitando para ello un tercer grupo de elementos cuya función principal fuese la de conducir parte de los esfuerzos al elemento principal de asiento de la estructura.

Pensamos que es muy posible que existiesen otra serie de elementos que viniesen a reforzar a los ya existentes en forma de sopandas y jabalcones, los primeros aumentando la sección resistente de los tirantes, y los segundos transmitiendo los esfuerzos directamente a los estribos situados en el plano inferior. Un refuerzo de tales características se encontraría en condiciones de poder soportar y conducir los esfuerzos generados por la estructura de remate de la cubierta (fig. 3).

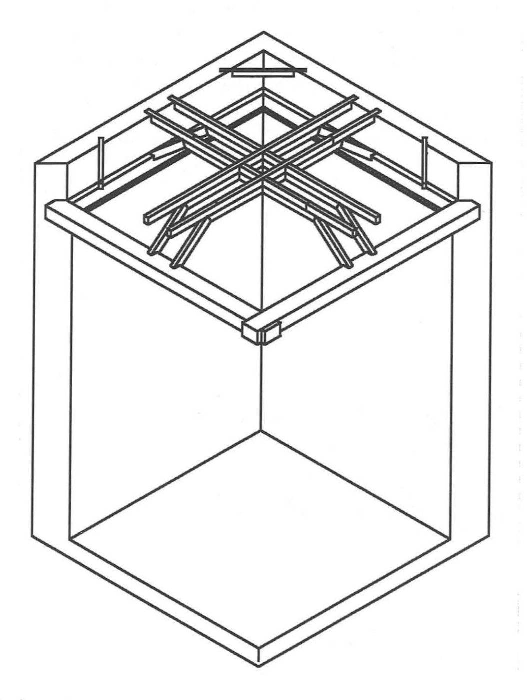


Figura 3
Hipótesis de configuración. Segundo orden de elementos

Otro aspecto importante que hay que señalar es el de la misión que en su día tuvieron los teóricos cuadrales. Como se ha indicado, sus dimensiones suelen ser importantes debido a las dos funciones posibles que tienen, sin embargo en este caso, su reducida escuadría junto a su longitud y situación con respecto a los muros anula toda la teoría sobre ellos. La única posibilidad que encontramos que les otorgue sentido junto al resto de la composición, es que sirvieran como instrumento de apoyo de parte de los esfuerzos generados por la estructura y transmitidos hasta ellos mediante otros dos elementos pareados conforme a los primitivos tirantes, pero en este caso situados en la diagonal del cuadrado. El resto de los esfuerzos volverían a transmitirse a los estribos mediante jabalcones o tornapuntas.

La estructura generada estaría en condiciones de poder soportar las cargas transmitidas por el remate de la cubierta. Evidentemente sería necesario un estudio más profundo para poder determinar dimensiones incluso la existencia o no de sopandas de refuerzo. Todo dependería de la envergadura de la cubierta que se desarrollase sobre la estructura de apoyo.

De cualquier manera, en la figura 4 hemos indicado sin mayores pretensiones, lo que pudieran ser posibles durmientes, incluso otro nivel de estribos que recogieran los faldones de la cubierta. También se muestra como, cualquier tipo de techumbre, se desarrollaría en el interior de la torre, es decir, en el exterior del edificio existiría una segunda cubierta que cumpliría con las funciones específicas de este tipo de sistemas constructivos (fig. 4). Este hecho queda avalado por la existencia de un muro de ladrillo de unos dos metros de altura por encima de los tirantes, y que según todos los indicios pertenece a la torre original. En este momento debemos hacer referencia al resto de los elementos encontrados que hasta ahora no han intervenido en el análisis.

Por un lado se encuentra la moldura de madera que como vimos nos confirma la existencia de lo que pudiera ser el arrocabe de la cubierta de madera, y que interviene en techumbres de relativa importancia, o al menos en las que quieran ocultarse los elementos de asiento, en este caso los estribos y el enlace entre ellos y los tornapuntas. Para tal fin sobre la tocadura descansaría una tabla de madera, o alicer, sobre la que se aprovecha para plasmar distintos motivos decorativos.

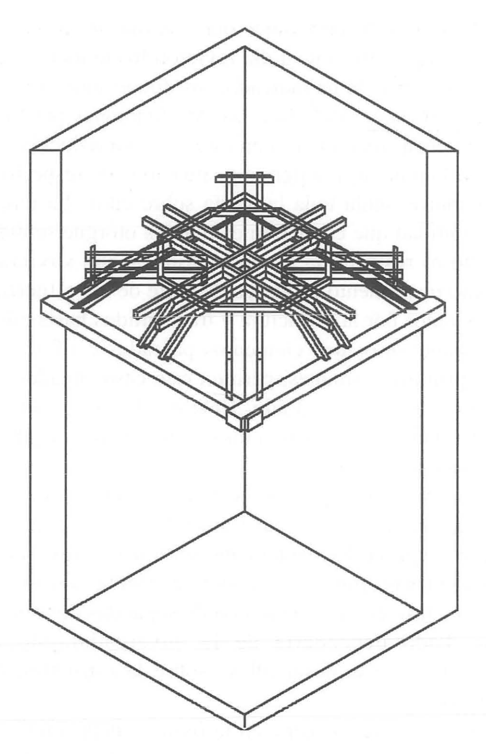
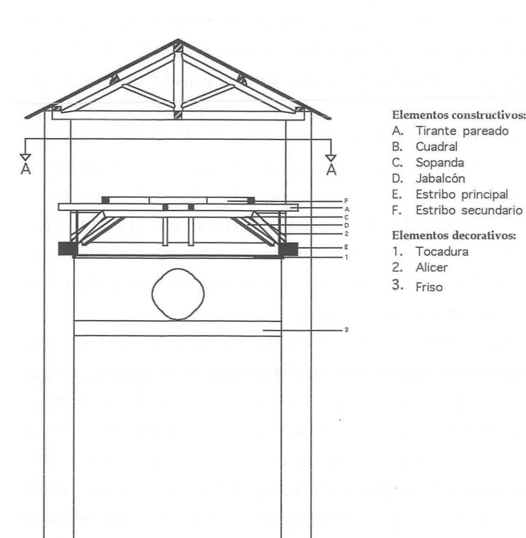


Figura 4
Hipótesis de configuración. Tercer orden de elementos

También refuerza la hipótesis que defiende la presencia de una segunda cubierta, la presencia del friso que encontramos aproximadamente a 1,50 m de la tocadura. Este tipo de elementos decorativos intervienen en aquellas estancias en las que se quiere reforzar su cubierta, o la estancia en sí misma. Hemos incluido los óculos abiertos durante la época gótica entre el friso y la cubierta para así reforzar más aun nuestras hipótesis. La techumbre por lo tanto al no ser la de cubierta de la torre, únicamente tendría una misión decorativa (fig. 5).

Notas

1. González, J. Sevilla 1998 (V. II pag. 309).
2. La torre fue declarada Monumento Histórico el 3 de junio de 1931 y el Monasterio de Santa Clara el 15 de mayo de 1970.
3. Tabales Rodríguez data la construcción de este recinto hacia 1250. Estudios arqueológicos, Fase I, 2003.
4. Según Torres Balbás en torno al 1200 quedaba en Andalucía la pervivencia del arte almohade mientras que en el Norte comenzaba el arte mudéjar que en sus comienzos estaba en su estado más puro. Por lo tanto podemos enmarcar la torre en esta época, construida con bases totalmente islámicas y mezclando conceptos a lo largo del tiempo. En Sevilla según el mismo autor «apenas si se encuentran antes del s. XV alguna que pueda fecharse mediante testimonios documentales».



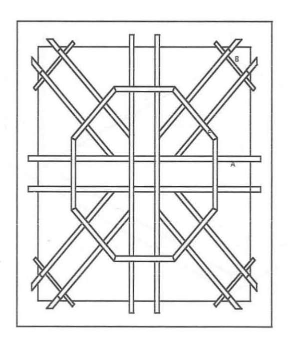


Figura 5

El asiento de las armaduras de cubierta del Palacio de Pedro I en Sevilla

José María Calama Rodríguez
Cecilia Cañas Palop

Las armaduras de cubiertas del Palacio de Pedro I situado dentro de los límites del Alcázar de Sevilla son el objeto de nuestra investigación desde que en el año 2000 comenzaran los trabajos de restauración de las techumbres. El palacio, conocido como palacio mudéjar en respuesta al estilo con el que se erigió, ha sido motivo de numerosas modificaciones a lo largo de los años.

En el último Congreso Internacional de Historia de la Construcción nos acercamos de manera directa a uno de los objetivos de la presente edición del Congreso, ya que ofrecimos un análisis sistemático de una de las armaduras mudéjares del palacio tratando de dar a conocer de una manera ordenada cada uno de los elementos que la configuran y la relación constructiva entre ellos. El punto de partida a la hora de abordar dicho análisis, ha sido el estudio de los diversos tratados o manuscritos que abordan el tema de la carpintería de armar española. Los principales, por supuesto, López de Arenas (López de Arenas 1633), Fray Andrés de San Miguel (San Miguel 1630) y Rodrigo Álvarez (Alvarez 1699), todos ellos escritos en el siglo XVII, son la base indiscutible de toda la investigación, sin embargo también hay otros autores que tratan de alguna manera el tema de la carpintería de armar y que amplían nuestro campo de visión acerca de las techumbres que estamos investigando.

Durante el desarrollo del trabajo que nos ocupa, se detectó que las armaduras analizadas tenían principalmente concentrados sus fallos o defectos constructivos en el plano de asiento. Teniendo en cuenta que no estamos tratando con armaduras convencionales, sino que son el resultado de combinar una gran cantidad de actuaciones que las han ido transformando a lo largo de los siglos, hemos creído necesario realizar un análisis de textos posteriores. Se trata del estudio del plano de asiento de las armaduras de cubiertas del Palacio de Pedro I a la luz de los tratados de autores que realizaron sus trabajos durante los siglos XVII y XVIII y que junto con los anteriores, constituyen todo el saber escrito que conocemos en España sobre carpintería en estos siglos. Nos referimos a Fray Lorenzo de San Nicolás, Juan García Berruguilla y Benito Bails.

Los tratados de arquitectura de Fray Lorenzo de San Nicolás, Juan García Berruguilla y Benito Bails

En 1633[1] Fray Lorenzo de San Nicolás escribió el libro «Arte y uso de Architectura» y en 1635 su segunda parte reeditándose posteriormente en 1667 bajo el título «Segunda edición de la primera parte del arte y uso de architectura».

A partir de este momento, en España no aparece ningún trabajo sobre carpintería hasta el siglo XVIII, en el que se escriben el manual de Juan García Berruguilla titulado «Verdadera práctica de las resoluciones de la Geometría, sobre las tres dimensiones para un perfecto architecto» y a finales de siglo, concretamente en 1796, el tratado de arquitectura titulado «De la arquitectura Civil» de Benito Bails.

El tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás es, en palabras de Bonet Correa (Correa 1988), uno de los mejores tratados de arquitectura escritos nunca en España, de notable influjo en Hispanoamérica y cuyo conocimiento es esencial para estudiar la arquitectura española de los siglos XVII y XVIII.

El contenido del tratado de Fray Lorenzo en cuanto a carpintería se refiere es complementario a los trabajos anteriores, ya que si bien López de Arenas y Fray Andrés de San Miguel basan la mayor parte de sus escritos en la ejecución del lazo en sus armaduras, Fray Lorenzo, en los escasos capítulos que dedica a la carpintería trata básicamente de armaduras que van a quedar ocultas, y por lo tanto se detiene aún más en aspectos como el asiento de la armadura que los primeros autores sólo tratan de pasada. De esta manera destacamos de su obra, el capítulo 48, que es tal vez el más interesante en cuanto a lo que interesa a nuestra investigación, ya que en él describe

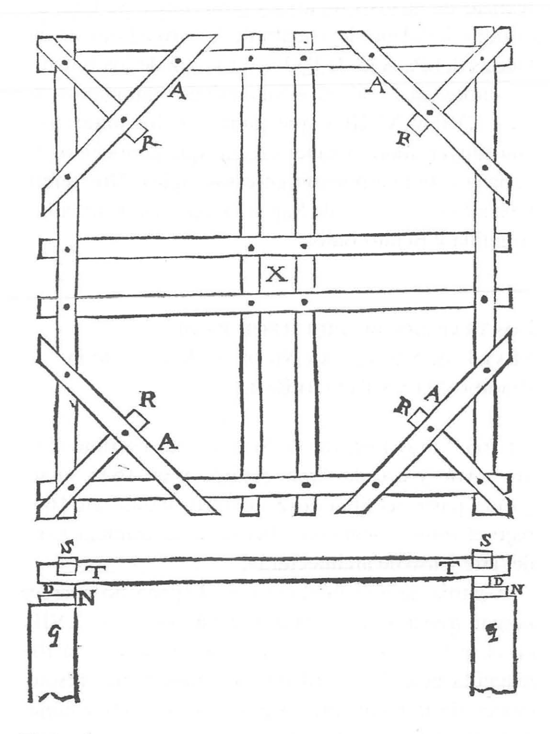


Figura 1
Estructura de asiento de un chapitel, propuesta por Fray Lorenzo de San Nicolás

las tipologías de armaduras más usuales en la época, así como los elementos principales que las componen y la relación constructiva entre ellos, incidiendo sobre todo en el plano de asiento de cualquiera de ellas.

El manual de Juan García Berruguilla está definido por Santiago García Pons, en el prólogo del libro de la siguiente manera: «El libro de Juan García Berruguilla no es exactamente un tratado de arquitectura sino el manual en el que se enseña lo necesario de la aritmética y la geometría para aplicarlo al cálculo de arcos y bóvedas, a los cortes canteriles, y a la construcción de armaduras».[2]

Berruguilla presenta una serie de láminas muy explícitas sobre las que elabora su 5º Tratado describiendo de manera detallada cada una de las armaduras que aparecen y el modo de construirlas. Ya no trata sobre las armaduras de par y nudillo específicamente, y por lo tanto, de la misma manera que Rodrigo Alvarez y Fray Lorenzo, al generalizar, incide más en los elementos del asiento, que para los primeros maestros quedaban más «ocultos» y suponían de sobra sabidos por los carpinteros.

Finalmente nos encontramos con la obra de Benito Bails, ya casi entrando en el siglo XIX. El tratado sigue los pasos del realizado un siglo antes por Fray Lorenzo de San Nicolás, es más, encontramos importantes similitudes entre ambos trabajos, que aunque escritos con más de un siglo de diferencia tratan de dar solución a los mismos problemas. No se nos escapa, que Bails tuvo muy en cuenta el trabajo del maestro a la hora de elaborar el suyo siendo un estudio extraordinario en cuanto al tratamiento que ofrece a los detalles constructivos. En concreto, dedica a la carpintería desde el apartado 638 hasta el 760 en el que comienza a analizar las distintas posibilidades de cobertura de las armaduras.

LA ESTRUCTURA DE ASIENTO DESCRITA POR LOS MAESTROS

Si nos centramos en el análisis de la estructura de apoyo de las armaduras de cubiertas que aparecen en los tratados observamos en líneas generales que López de Arenas y Fray Andrés de San Miguel no se detienen apenas describir los elementos que intervienen el sustento de las techumbres, ya sean estructurales o no. La intención de los maestros es la de describir fundamentalmente el proceso de ejecución del

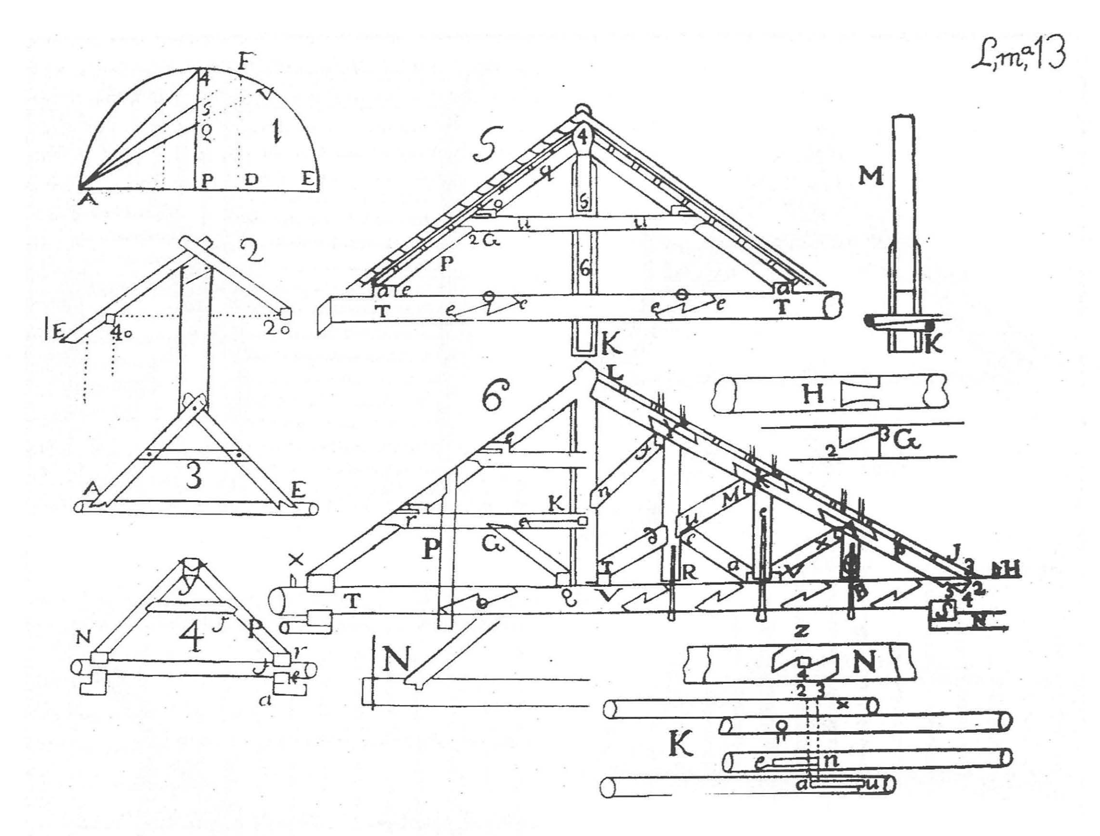


Figura 2
Armaduras de cubiertas descritas por García Berruguilla en la lámina 13 de su manuscrito

lazo en las armaduras de cubiertas apeinazadas mediante la utilización de los cartabones, y en general mostrarnos como se construyen estas estructuras completamente, mediante este sistema de modulación. Los elementos pertenecientes al asiento de la armadura únicamente son de alguna manera analizados por Rodrigo Álvarez, autor que se detiene más en mostrar la importancia que tiene un correcto sustento de las techumbres. En general es más práctico que sus compañeros al tratar los elementos estructurales.[3]

El resto de los tratadistas, sin embargo, a diferencia de los dos primeros, como hemos visto, se detienen más en el estudio del plano de asiento de la manera que veremos a continuación.

Nudillos y solera

Fray Lorenzo de San Nicolás, trata de las armaduras más corrientes, a la molinera, armadura de pares y armadura de tijera, describiéndolas minuciosamente en cuanto a sus elementos y los enlaces entre todos ellos. Aparecen en esta parte por lo tanto como elementos fundamentales, la solera y los nudillos también llamados zoquetes, elementos facilitar el asiento de la estructura.

Coincide con Alvarez en que los nudillos deben tener el ancho del muro en el que descansan y aunque ninguno nos diga que distancia debe de haber entre ellos, se entiende que no estén muy separados entre sí para facilitar la colocación y anclaje de la solera al muro.

Es el primero y único que trata sobre la longitud de estos maderos. Se presupone la necesidad

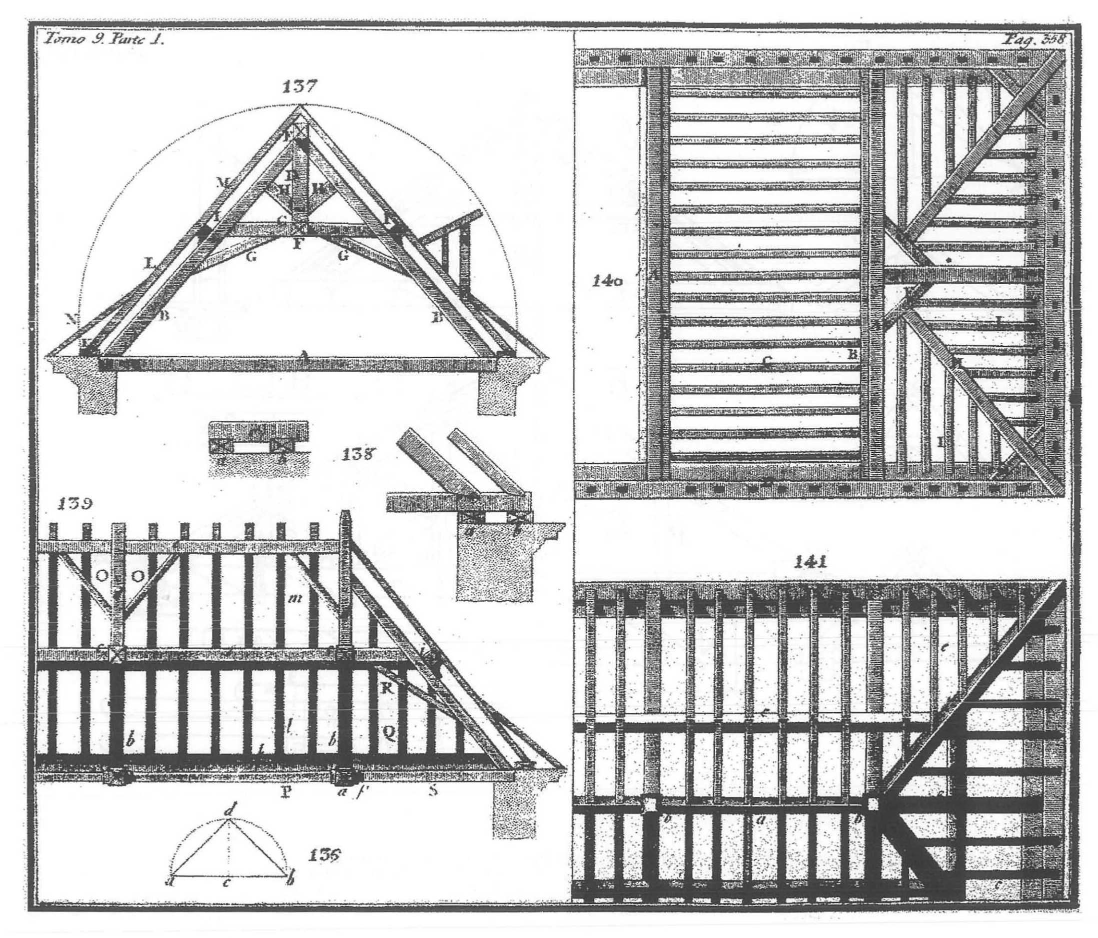


Figura 3
Armadura a dos aguas. Dibujo de cada uno de sus elementos constructivos por Benito Bails

de empalmar unos a otros debido a las dimensiones de las estancias a cubrir, y únicamente recomienda que estos enlaces se realicen sobre los nudillos.

García Berruguilla basa su tratado V en describir varios tipos de armaduras, que analiza en base a una serie de elementos gráficos, dibujos que muestran en cada momento la intención del autor. En concreto, en la lámina número 13, en la fig. 4, armadura «parilera», se detiene en identificar los elementos pertenecientes a la estructura sustentante, única mención que hace en toda la lámina, ya que en el resto de las armaduras o no los representa, o aún representándolos, no los describe ni identifica. Por otro lado es lógico, ya que podemos imaginar que eran datos perfectamente conocidos.

Bails utiliza la solera como base sobre la que apoyará el tirante, aunque en el dibujo del cuchillo, aparezca este directamente apoyado sobre los muros de carga. Realmente Bails llama solera a lo que anteriormente conocíamos como estribo, y que cambia de nombre de la misma manera que se ha modificado la tipología de las armaduras.

Cuadrales y aguilones

Fray Lorenzo de San Nicolás trata de cuadrales y aguilones como elementos del asiento de las armaduras, que según él, suelen ser necesarios utilizar, aunque sólo los describa cuando analiza los chapiteles, estructuras de uso común en las edificaciones de la época. Encontramos una contradicción al leer los textos de referencia ya que al enumerar los elementos sustentantes de los chapiteles, menciona a cuadrales y aguilones como elementos añadidos a los del resto de las armaduras, y sin embargo, más adelante indica que la posición de estos es la misma «en chapiteles, y en las demás armaduras de Capillas mayores, o casas cuadradas».

Berruguilla no analiza estos elemento, mientras que Benito Bails los representa sobre su dibujo en planta de la armadura de cuchillo, indicando, como deben solucionarse los faldones extremos cuando la armadura de la cubierta está compuesta por cuatro vertientes. Las extremas, precisarán de elementos añadidos para fortalecer el plano horizontal de asiento y suelo, ya que esta armadura está pensada para quedar oculta tras de un plano horizontal que pasa

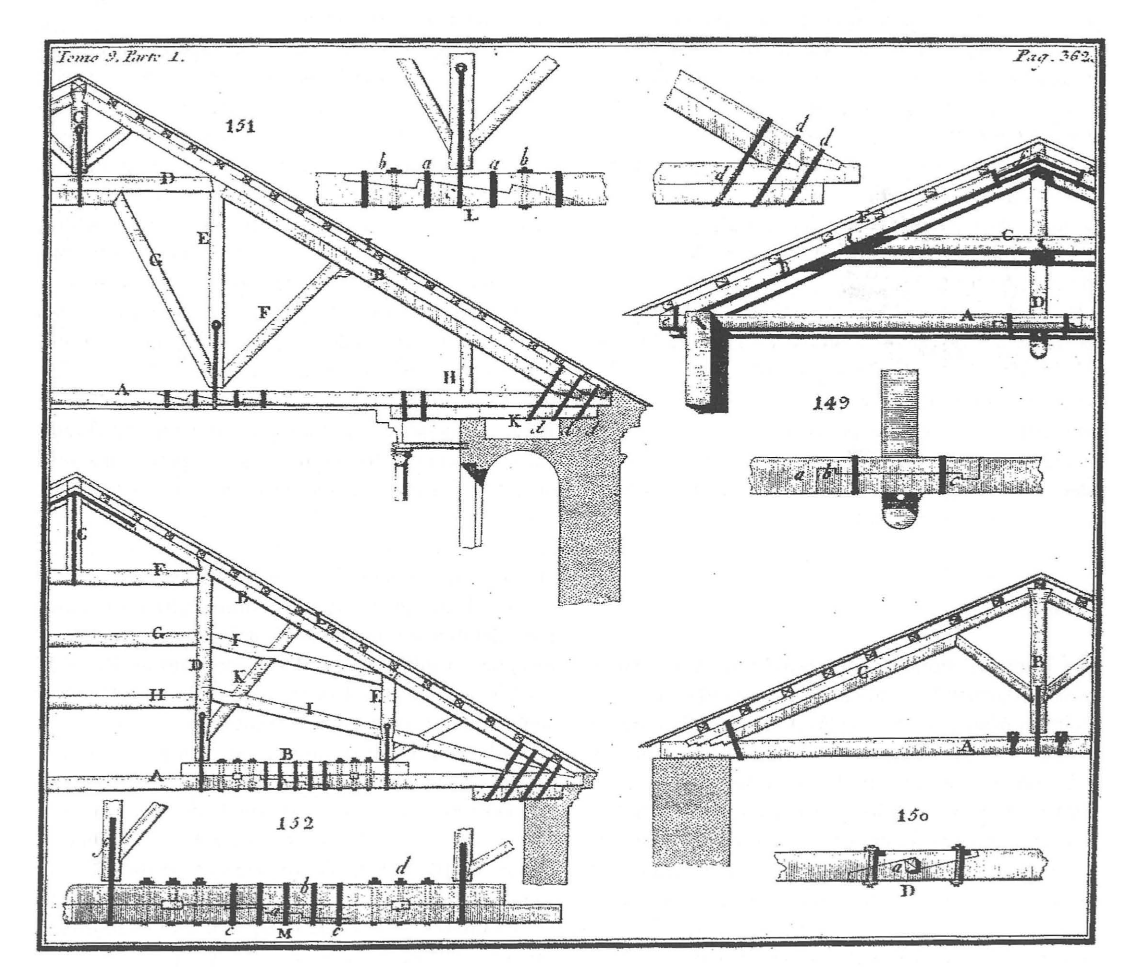


Figura 4
Dibujo de «otras armaduras» descritas por Benito Bails

por los tirantes. Al estar las cerchas tan separadas entre sí necesita de otro orden de elementos que configuren y arriostren la estructura completa. Así aparecen los maderos que reciben un entramado de suelo, los cuadrales, aguilones y péndolas. Todos ellos necesarios para que la armadura esté completamente fortificada.

Canes

El único que trata de estos elementos es Bails. Una vez descritas sus armaduras más representativas, la armadura a dos aguas, y la quebrantada o mansarda, continúa su estudio mostrando lo que él llama «ejemplos de diferentes armaduras», donde recoge alguna de las que entiende más interesantes, entre ellas, la de la Basílica de San Pedro de Roma, la de San Andrés del Valle de Roma, la del teatro de San Carlos de Nápoles y la del teatro de Parma. Ejemplos de armaduras que deben cubrir importantes espacios y en las que van a cobrar especial importancia los elementos de refuerzo y sus diferentes ensambles a la estructura principal.

Es en dos de estas armaduras, en concreto en las que cubre los dos teatros, ambas de la misma longitud, donde aparece la figura que hasta ahora hemos conocido como el can, y que en estos momentos se convierte en «sopanda» pasando a ser un elemento destinado única y exclusivamente al refuerzo del tirante sin ningún otro tipo de función, como la decorativa que siempre había tenido.

Tirantes

Fray Lorenzo comienza su descripción de los asientos de las armaduras indicando la necesidad de introducir los tirantes como medio de fortificación de las mismas. Cuando se trata de describir la armadura de tijera, basa la resistencia de esta estructura en estos elementos, ya que son los encargados de absorber los empujes sobre los muros y entiende que este elemento constructivo no forma parte de la armadura de pares, ya que lo muestra como diferencia entre una y otra.

Al no referirse a armaduras de lazo, sino a estructuras que van a quedar ocultas, no entiende a este elemento como un estorbo, sino todo lo contrario, los tirantes son los responsables de la fortaleza de los muros y en aquellas estructuras «para bovedillas o entablado», es decir, en las que la armadura queda por encima de un plano horizontal que pasa por esos mismos tirantes, ni siquiera ofrece datos sobre su separación, porque la entiende suficientemente conocida.

Berruguilla trata al tirante como elemento fundamental de la armadura de tierra, que según él es la más antigua, siendo este el que le otorga su mayor seguridad. Por eso al describirla, se detiene especialmente en ofrecer datos sobre los rebajes que se realizaran en él o como Berruguilla dice, «el destaje», que será necesario para realizar las uniones con los elementos que a él acceden.

Cuando el ancho de la estancia superaba las cinco varas, según Berruguilla se hacía necesaria la introducción del pendolón que verticalmente une la hilera con el tirante. Es en estos casos, cuando posiblemente no se encuentren maderas de estas longitudes, y los tirantes se ejecuten mediante la unión en prolongación de otras de menor tamaño. Berruguilla describe el enlace, que no es otro que el que actualmente conocemos como en Rayo de Júpiter.

El caso más extremo, una armadura que sirva «para poder cubrir pavimentos, de la magnitud que se quiera», y que además pueda ejecutarse con maderos de la longitud que sea, pudiendo aprovechar aquellos que se tengan más a mano. Consiste en ejecutar la llamada armadura de par y pendolón en la que tanto en pares, como en tirantes se ejecuten las uniones que hagan falta hasta tener la longitud de los elementos constructivos deseada para cubrir la estancia con una armadura resistente. En lo que corresponde al tirante, Berruguilla aprovecha esta figura para detallar los distintos empalmes que se pueden ejecutar en ellos, aparte del ya descrito en Rayo de Júpiter, que por otro lado es el que utiliza en la representación de sus armaduras completas.

Bails incluye el tirante como elemento perteneciente a los cuchillos de las cubiertas, y así como en las armaduras de pares la participación de este elemento dependerá de la anchura que tenga la estancia, en las cerchas se trata de una viga indispensable, tanto como lo pueden ser los pares. Ahora pares y tirantes comienzan a trabajar independientes conformando la base estructural de estas armaduras.

Estribos

Fray Lorenzo muestra la posición que deben guardar los estribos en relación con los tirantes indicando su correcta posición con respecto al muro sobre el que descansan. El único detalle que ofrece es que el enlace se debe ejecutar también mediante cola de milano, sin desvelar más datos aparte de que el cajeado que se ha de realizar en el estribo no es conveniente que sea muy profundo. Como mínimo debe sobresalir el estribo sobre el tirante la medida de la patilla del par que en él descansa. Sobre este aspecto menciona la relación entre estribo, tirante y par, siendo el único que parece tener en cuenta que en este punto también confluirán las patillas de los pares, y por lo tanto, la profundidad del cajeado, en un principio, tendrá el límite que ellas le impongan.

Por otro lado existe una diferencia importante con respecto a la unión que nos ofrece Rodrigo Álvarez a la hora de prolongar los estribos sobre el muro ya que Fray Lorenzo realiza esta unión también en cola de milano, enlace que resulta válido para elementos que trabajan a tracción como los tirantes de la armadura, pero que en el caso de los estribos no será tan eficaz como el descrito por Rodrigo Alvarez haciendo coincidir el mismo con los tirantes.

El estribo es un elemento en el que Berruguilla no se detiene demasiado, no por considerarlo poco importante, sino todo lo contrario, por importante y suficientemente conocido, se da por sabida su existencia. En su primera lámina, aquella en la que analiza las armaduras, está presente en todos los casos en los que las armaduras son de pares, ya que se encarga de recogerlos a todos y cada uno de ellos. Cuando se trata de cerchas, como en el último ejemplo, en las que estos elementos se encuentran mucho más distanciados entre sí, desaparece el estribo quedando unidos los pares directamente al tirante, elemento que en este momento es imprescindible para este tipo de armaduras.

Arrocabe

El arrocabe está formado por un conjunto de elementos estructurales del asiento de la armadura y las correspondientes piezas decorativas que ocultan tras de sí a las primeras. Los únicos que tratan sobre este conjunto son López de Arenas, Fray Andrés de San Miguel y Rodrigo Alvarez. El resto de autores eliminan cualquier referencia por razones evidentes: Fray Lorenzo, aunque coetáneo con López de Arenas, parece referirse a armaduras ocultas en las que estos elementos no intervienen y por eso únicamente trata y describe los estrictamente estructurales. Berruguilla, realiza un paseo rápido por todos los tipos de estructuras, pero su interés hemos visto que realmente se centra nuevamente en la estructura, y en concreto en las uniones, dedicando más tiempo a describir las armaduras más modernas, también habitualmente ocultas. Por último Bails se dedica únicamente a las techumbre más modernas formadas por cerchas y entramados de arriostramiento. Por lo general estas estructuras también están ocultas, pero en los casos en que no lo están tampoco interviene el arrocabe como tal, más propio de las armaduras y alfarjes de siglos anteriores.

Conclusión

Antes de hacer ningún tipo de valoración debemos establecer un orden de jerarquía estructural en los elementos pertenecientes al asiento de las armaduras, de tal manera que el paso del tiempo o las solicitaciones a las que estén sometidas no afecten a un básico sistema de transmisión de esfuerzos entre una cubierta y una estructura vertical. De esta manera, consideramos como elementos cuya función es básica en todo tipo de armaduras a los estribos y de ello dan cuenta los maestros del XVII quienes en todos los casos insisten en la importancia de su correcta colocación sobre los muros y del adecuado anclaje que les otorgue firmeza. Hay que recordar que Rodrigo Alvarez dedica nada menos que cuatro de los capítulos de su manuscrito al «estrivamento», término con el que se refiere al conjunto de elementos necesarios para sustentar las armaduras.

A continuación el conjunto formado por nudillos y solera tiene una función básica en el correcto funcionamiento de los estribos, con independencia de que sean estos directamente los que descansen sobre ellos o lo hagan los tirantes.

El caso de cuadrales y aguilones, así como de canes y tirantes, debe tener una consideración distinta, ya que estos ya no son fundamentales en todos los casos, lo serán sólo cuando los esfuerzos así lo requieran. Por último aparecería el arrocabe

considerándolo dentro de los recursos meramente decorativos.

Al estudiar por separado cada uno de estos elementos constructivos mediante una visión cronológica, podemos establecer una evolución de los sistemas constructivos establecidos por los maestros en el sistema de asiento de las armaduras de cubiertas, de tal manera que elementos considerados invariantes en los primeros escritos como son nudillos y solera, terminan por desaparecer al pasar de un sistema de transmisión de cargas longitudinal a otro puntual. Entre el muro de carga y el elemento encargado de recibir pares y tirantes no se interpone ya ningún otro. Por otro lado, las consideraciones sobre canes y cuadrales son escasas. Así como al principio el can es un elemento que aparece en todas las representaciones del arrocabe, desaparece con las representaciones de este, ya que en ningún otro tratado volverá a ser utilizado como tal. Los cuadrales, sin embargo, entran a formar parte de un conjunto de elementos más numerosos y de menor escuadría. Finalmente, los tirantes poco a poco van cobrando importancia, pasando de ser una serie de elementos importantes estructuralmente pero molestos a la vista, a formar parte del esqueleto principal de las armaduras.

Se acaba por desterrar las armaduras de par y nudillo, en las que se primaba la decoración, a veces incluso a costa de la estabilidad estructural, fundamentalmente por el gasto superfluo de madera y su consiguiente mayor coste. Como consecuencia de esto aparecen estas nuevas soluciones, más baratas, porque combinan la madera y el hierro obteniendo mayores resistencias, y que por lo general van a estar ocultas detrás de un plano horizontal.

La estructura de asiento de las armaduras de cubiertas del Palacio de Pedro I

Hasta el momento se han podido analizar con detalle, desde el punto de vista constructivo, cuatro de las armaduras que forman parte de la planta alta del palacio, todas ellas armaduras apeinazadas con una profusa decoración de lazo tanto en faldones como en el almizate y construidas entre los siglos XIV y XV. Las restauraciones a las que han sido sometidas han permitido acceder con facilidad a cada uno de sus elementos, y en particular a los que forman parte del asiento sobre los muros de carga, que de otra manera hubieran quedado ocultos.

Se trata de las armaduras que cubren las estancias siguientes: Dormitorio de Don Pedro, Mirador de los Reyes Católicos, Saleta de la Reina y Anteoratorio. Las dos primeras pertenecen a la zona Sur de Palacio, mientras que las últimas se encuentran situadas en el sector opuesto, al norte del palacio, y por lo tanto independientes a la hora de estar sometidas a cualquier deterioro por fallo estructural del palacio.

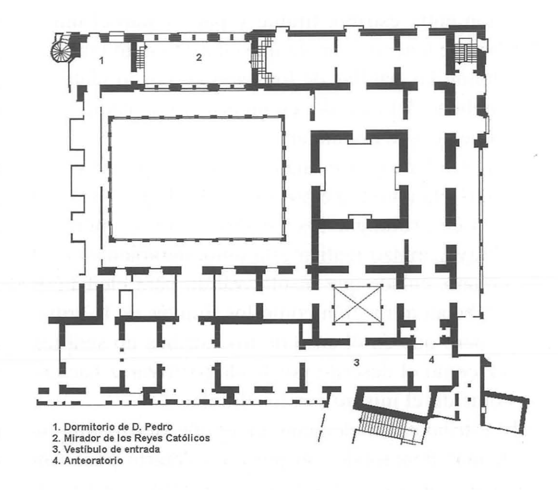


Figura 5
Situación de las distintas armaduras restauradas en el palacio de D. Pedro I

Características generales derivadas del análisis realizado

- En ninguna de las armaduras estudiadas se aprecia la presencia de nudillos ni de solera, los primeros para asegurar la correcta fijación de estribado sobre la estructura vertical y los segundos para garantizar en gran manera el correcto asiento de la armadura, de forma que se produzca la adecuada ventilación de todos los elementos de madera que apoyan sobre ella.
- El plano de apoyo de los muros en donde se realiza la descarga de la estructura se encuentra altamente deteriorado en todos los casos.

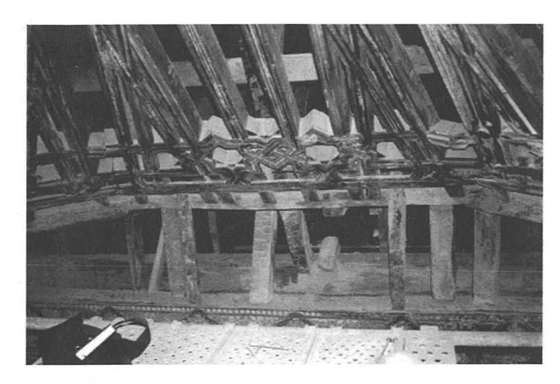


Figura 6
Apoyo de uno de los estribos de la armadura del Anteoratorio sobre puntales de madera

Difícilmente se puede encontrar una superficie llana y homogénea en donde fijar el estribado.

- El sistema de descarga de los estribados tiene una serie de irregularidades estructurales semejantes en tres de las techumbre estudiadas. Salvo el Mirador de los Reyes Católicos, que tiene apoyados todos sus estribos sobre los muros de la estancia, las otras tres armaduras tienen uno de los estribos realizando la descarga de esfuerzos de manera puntual a través de los extremos de la viga sobre los muros de carga transversales, y sobre otra viga de mayor escuadría situada unos 50 cm por debajo del plano de asiento. Esta transmisión se realiza mediante una serie de puntales de madera que las conectan verticalmente.
- Existe una total falta de homogeneidad referente a las uniones entre los elementos de descarga de las armaduras y la estructura vertical que los recibe. Además de lo expuesto en el punto anterior, aquellos estribos que apoyan sobre los muros de carga no lo hacen todos ellos de manera similar. Puede aparecer cualquier tipo de unión: estribos completamente empotrados, parcialmente empotrado o simplemente apoyados. Destacar que en el caso de las vigas parcialmente empotradas se aprecia que en los muros correspondientes se ha realizado un cajeado eliminando ladrillos para encajar las piezas.
- Todos los estribos de las armaduras analizadas presentan sus enlaces deteriorados. En concreto las uniones entre estribos pertenecientes a distintos paños se encuentran desplazadas y se realizan fuera de sus ensambles. En las armaduras con tirantes (Saleta de la Reina y Mirador de los Reyes Católicos) Estos también se encuentran desplazados con respecto a los estribos.
- En ningún caso, salvo en los anteriores enlaces, se ha detectado una fijación del estribado a los muros mediante clavijas de hierro, en los casos en que las vigas están simplemente apoyadas este hecho puede incrementar los desplazamientos horizontales de los estribos sobre el plano de apoyo.

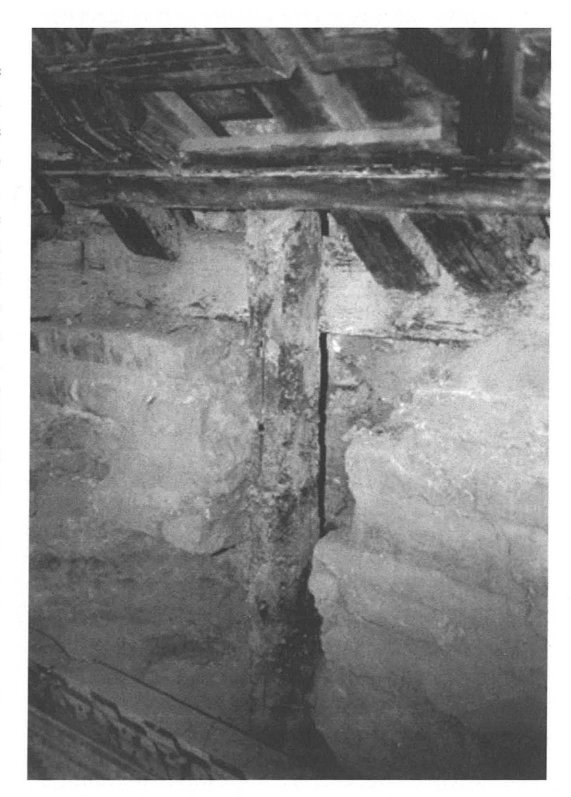


Figura 7
Semiempotramiento de estribo en paramento vertical. Se aprecia con claridad el acusado deterioro del muro de carga, del plano de asiento y del encuentro entre estribos. La inclusión de los maderos para fijación del alicer del arrocabe acentúa considerablemente los daños

- En todas las armaduras analizadas existen alfardas desplazadas sobre los estribos, muchas de ellas con cuñas de madera introducidas entre la patilla y el canto de la viga, el estado y deterioro de estas maderas es muy similar al de la estructura que calzan.
- Existen desajustes de consideración en todas las uniones de los elementos pertenecientes a los arrocabes estas techumbres. En particular, la armadura del Anteoratorio tiene unas dimensiones de los aliceres mayores que las de la propia estancia quedando estos empotrados en los muros.
- Existen grandes similitudes en cuanto a la configuración de los arrocabes, formados todos ellos (salvo el Dormitorio de D. Pedro) por un alicer superior y otro inferior con independencia de que existan o no tirantes o canes en las armaduras.
- En todos los casos se incorporan unas tablas fijadas a los muros, por detrás de los aliceres del arrocabe para que queden asegurados verticalmente.

Analizando toda la información de los textos y el estado real de nuestras cubiertas en el plano de asiento,[4] vemos como el estado final de la estructura de apoyo de las armaduras analizadas se aparta mucho de lo expuesto por los maestros de carpintería del XVII y las razones que podemos aportar son las siguientes.

Se trata de techumbres construidas para cubrir las primitivas estancias del palacio, y por lo tanto su fecha de ejecución es anterior a la de la estancia en la que se encuentran actualmente,[5] ya que cuando entre 1364–66 el rey Don Pedro I, construye el palacio este se desarrollaba principalmente en planta baja y sólo existían dos habitaciones en la planta superior, que constituían el núcleo principal del Cuarto Real Alto. Por lo tanto, posiblemente las armaduras actuales son las que se encontraban cubriendo distintas estancias situadas en la planta baja del edificio, que cuando fue modificado trasladó las techumbres desde su ubicación original para sustituirlas por alfarjes. Era muy frecuente en todas las reformas que se hacían en el Alcázar reubicar elementos decorativos dentro del propio Alcázar, que en ocasiones llegaban del exterior.

Los datos constructivos en los que nos basamos para establecer nuestra afirmación son los siguientes:

- El sistema de asiento de las primitivas armaduras con toda seguridad debió de estar compuesto por todos los elementos fundamentales que garantizasen la perfecta estabilidad del conjunto. No podemos pensar que en un edificio tan emblemático en el que se desarrollan armaduras tan ricamente decoradas se descuidase de esta manera la base de sustento de estos ricos ejemplares. Por lo tanto en la coronación de los muros se habrían colocado los nudillos con el ancho del paramento, y sobre ellos debidamente clavada la solera que sobresaldría del plano vertical y en la que se habrían realizado las correspondientes molduras indicando el comienzo del arrocabe.
- Al construir la segunda planta del edificio se trasladaron las armaduras anteriores, bien desde la estancia inmediatamente inferior, como pudo suceder la techumbre del Mirador de los Reyes Católicos desmontada y trasladada desde la sala inferior de similares características geométricas, o bien desde cualquier otro punto del palacio. Parece ser que estas operaciones pudieron haberse hecho en tiempos de los Reyes Católicos, reinado durante el cual se realizaron gran parte de las obras del palacio.
- Durante el proceso de desmontaje y montaje de las armaduras estas necesariamente sufren el lógico desajuste de sus estribos, que una vez puestos sobre la nueva ubicación no son reforzados ni clavados por lo que las deformaciones se suceden en el tiempo y van acompañando a las que se producen en los muros. Al quedar desplazados los estribos sobre el plano de apoyo, los pares que sobre ellos descargan sufren la falta de apoyo de las barbillas sobre el grueso del estribo. Muchas de las cuñas de madera que se interponen entre estos elementos son prácticamente tan antiguas como la propia armadura, por lo que podemos decir que se colocaron debido a las deformaciones sufridas por la armadura durante su reubicación.
- Desconocemos si en estas operaciones la coronación de los muros se ejecuta correctamente, o bien este defecto es fruto de posteriores reformas y modificaciones, pero lo que si sabemos es que en ningún caso el sistema de descarga actual se corresponde con la tipología de armadura. El hecho de que haya estribos que no

descansen longitudinalmente sobre los muros indica que la ubicación actual de las armaduras no corresponde a la situación original. Estas armaduras están pensadas para descargar sobre muros de carga, y en nuestro caso, la división entre estancias se realiza mediante elementos no portantes, por lo que las cargas deben de ser desviadas a los muros perpendiculares.

- La falta de homogeneidad apuntada en las uniones estribo-muros no deja de ser lógica en el caso de unas armaduras que dejan de ser elementos estructurales que soportan un tejado para pasar a ser meras piezas decorativas. Para ello se construyen las segundas estructuras de cubierta que guarnecen por lo general varias armaduras. En estos espacios no hay divisiones interiores, por lo que los únicos muros que pasan por encima del plano de los estribos son los perimetrales, en los que por lo general los estribos quedan empotrados. Sin embargo, hay estribos situados en la fachada del edificio que parecen haber sido introducidos con posterioridad a la ejecución del muro eliminando piezas del muro para introducirlo. Este hecho se acentúa si observamos el estado en el que se encuentra el plano de apoyo, en el que el deterioro y la falta de material es tal, que en muchos punto se han introducido con posterioridad ladrillos que de alguna manera cubran los espacios vacíos.
- En lo que se refiere a los datos obtenidos acerca los aliceres y demás elementos que cubren el arrocabe alrededor de las estancias, hay datos que abren muchos interrogantes acerca de la ubicación original de los mismos en las salas correspondientes. En primer lugar hemos hecho referencia a las dimensiones de estos elementos con respecto a las de las estancias correspondientes. En ninguna de las armaduras estas coinciden teniendo que realizar las uniones a partir de la inclusión de nuevos elementos unidos en prolongación con los antiguos, o por el contrario teniendo que perforar los muros para absorber la diferencia de dimensión entre uno y otro. En el caso del Anteoratorio, incluso se aprecia con claridad como al tener que encajar dichas piezas estas se fuerzan de manera que se produce pandeo en alguno de los aliceres. En particular, también en esta armadura se aprecia cómo las pechinas están colocadas tras una errónea operación de replanteo de los apoyos en los muros de manera que hay ochavos en los que se encuentran giradas con respecto a la armadura base. Todos estos errores y deformaciones no son más que el fruto de una incorrecta reubicación de unas armaduras que originalmente tuvieron que estar perfectamente encajadas en su lugar. Posiblemente el traslado de las mismas se realizó mediante operaciones de emergencia, y lo que es seguro es que estas no estuvieron realizadas por los maestros carpinteros que con tanto esmero cuidaron todas y cada una de las piezas que las forman y sus ensambles.
- La afirmación anterior se refuerza al analizar la organización constructiva del arrocabe en relación a los muros de carga. El doble alicer tiene poco o nulo sentido constructivo ya que se limita a ocultar gran parte del muro de carga. Actualmente desconocemos si en los muros se produjo algún tipo de recrecido o si originalmente había algún tipo de canes u otro elemento. No obstante debido a la casi con toda seguridad, originalidad de las tablas analizadas descartamos esta última idea, ya que según esto, el alicer inferior se encontraría partido en las zonas de unión con estas piezas. Lo lógico es pensar que se hacía precisa la colocación de grandes superficies donde poder hacer inscripciones variadas, y para ello se adaptó un



Figura 8
Arrocabe de la armadura del Antoratorio. Se aprecian los desajustes entre las distintas piezas que lo conforman

segundo orden de tablas fijadas a los muros previamente erigidos.

- Finalmente queremos destacar que las dimensiones de las estancias varían dependiendo de la altura a la que tomemos los datos, y por lo tanto en las plantas superiores del palacio la distancia entre muros es sensiblemente mayor que en las plantas inferiores. Esto ocurre sobre todo en la zona de mediodía del palacio donde prácticamente durante toda la vida material del edificio se han producido deformaciones en los muros que han afectado a las armaduras en su plano de asiento.6 En estos casos las operaciones de reparación efectuadas evidentemente pasan por intentar contener los empujes de los muros mediante la colocación de tirantes metálicos, pero en lo que respecta a las propias armaduras con todas las uniones fuera de sus ensambles, fueron literalmente colgadas mediante una gran cantidad de elementos metálicos, pletinas, ganchos, enormes tornillos, en unas operaciones datadas, según documentación aportada por Mª Dolores Mérida, entre 1840 y 1854. No pretendemos analizar todas las operaciones de restauración que han sufrido las armaduras, pero si indicar que estas se han realizado conforme a criterios meramente estructurales y según los tratados analizados, siendo el hierro el principal protagonista junto con los elementos de madera portantes.

En definitiva estamos frente a una serie de armaduras reubicadas y colocadas según criterios poco claros sin intervención alguna de elementos de fijación a los muros y sobre estructuras muy deterioradas posiblemente porque muchas han sido las operaciones realizadas sobre ellas, recalzos, refuerzos, ampliaciones, etc. ... Estas techumbres están realizadas conforme a los criterios de López de Arenas, Fray Andrés de San Miguel, sin embargo en lo que se refiere al plano de asiento difieren significativamente según lo expuesto. Se acercan más a autores posteriores que tratan es estribado directamente sobre los muros. También coinciden con ellos es cuanto a la utilización de una amplia cantidad de refuerzos (aquellas que los han requerido con más insistencia) de hierro, recurso ampliamente utilizado durante el XVIII.

NOTAS

1. Geneviève Barbé-Coquelin, en el prólogo del *Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira,* indica que la verdadera fecha de la aparición del tratado de Fray Lorenzo es en 1639 en lugar de 1633.
2. De entre todos los «tratados» como Berruguilla llama a cada uno de los capítulos de su libro, el que está dedicado a la carpintería es el quinto: *En el que se tratara de varios modos de armaduras.* El resto, y por orden, están dedicados a la aritmética, a la geometría, al trazado y cálculo de arcos y bóvedas, a los cortes canteriles, y el sexto y último al modo de trazar los estribos de los arcos.
3. El análisis de los elementos constructivos descritos por López de Arenas, Fray Andrés de San Miguel y Rodrigo Alvarez lo realiza Angel Luis Candelas en su tesis doctoral a la que remitimos para cualquier aclaración.
4. Además cobra un especial papel el análisis de la documentación existente sobre las distintas obras realizadas en el palacio desde que tenemos noticias. Debido a la extensión de este estudio es imposible exponer con detalle y claridad las aportaciones debidas a dicho análisis.
5. Aunque el Dormitorio de D. Pedro es uno de los dos que componían la planta alta del palacio en sus orígenes, la armadura que lo cubre no es la original. Creemos que esta se trasladó desde otra estancia, y algunos autores fechan su construcción en época de Juan II, durante la primera mitad del siglo XV.
6. Las armaduras afectadas son la del Dormitorio de D. Pedro y la contigua que cubre el Mirador de los Reyes Católicos. El resto de armaduras de las estancias que comparten este muro también se han visto afectadas, aunque al no haber sido aún restauradas es imposible comprobar el estado de sus estribos sobre los muros.

LISTA DE REFERENCIAS

Alvarez, Rodrigo. 1699. *Breve compendio de carpintería y tratado de lo Blanco, con algunas cosas tocantes A la Iometria y Puntas del compas.* Manuscrito nº557 de la Biblioteca de la fundación Lázaro Galdeano de Madrid.

Baez Macías, E. 1969. *Obras de Fray Andrés de San Miguel.*

Bails, Benito. 1796. *De la arquitectura Civil.* Editado en la imprenta de la viuda de D. Joaquín Ibarra. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia. Valencia 1983.

Bonet Correa, A. 1988. *Los tratados de Arquitectura. De Alberti a Ledoux.* Edición española de la dirigida por Dora Wiebenson, a cargo de Juan Antonio Ramírez. Editorial Hernann Blume.

Candelas Gutierrez, Angel Luis. 2000. *Análisis constructivo de la carpintería de armar en la provincia de Huelva. Su relación con los tratados de carpintería.* Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla.

García Berruguilla, Juan. 1747. *Verdadera práctica de las resoluciones de la Geometría, sobre las tres dimensiones para un perfecto architecto ...* Imprenta de Lorenzo Francisco Mojados. Edición facsímil a cargo del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia. Murcia 1980.

López de Arenas, Diego. 1632. *Breve Compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de alarifes, ... y otras cosas tocantes a la iometría y puntas del compas.* Manuscrito conservado en la Real Academia de Bellas artes de San Fernando de Madrid.

San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1796. *Arte y Vso de Architectura.* Madrid 1989. Editorial Albatros.

La catedral vieja de Cádiz a la luz de los documentos del Archivo de Simancas

José Calvo López

La reconstrucción a partir de 1596 de la antigua catedral de Santa Cruz de Cádiz fue objeto de un detallado estudio en 1975, por parte de Pablo Antón Solé, que empleó ante todo documentos del propio archivo catedralicio. En este trabajo nos proponemos revisar estas fuentes y examinar otras que pueden arrojar luz sobre su construcción. Por una parte, algunos documentos del Archivo General de Simancas nos permiten conocer el punto de vista de otro de los actores de la operación, la Corona. Por otra parte, la confrontación de la obra construida con los *Cerramientos y trazas de montea* de Ginés Martínez de Aranda, uno de los maestros que intervinieron en la reconstrucción, nos ofrece una oportunidad excepcional de comparar algunos rasgos muy singulares de la iglesia con los métodos de trazado empleados por los maestros del Renacimiento, usando una fuente de primera mano en el sentido más literal de la expresión.

El proyecto de nueva catedral de 1595

Una serie de documentos, conservados en la sección Patronato Eclesiástico del Archivo General de Simancas, tratan sobre el proyecto de construir una nueva catedral en Cádiz, en un emplazamiento diferente de las actuales catedrales vieja y nueva, situado más al interior de la ciudad. No conocemos la planta ni los alzados, pero sí el perímetro de la nueva edificación; el proyecto llegó a estar relativamente avanzado, hasta el punto de contar con financiación y autorización real para la compra de los terrenos necesarios, pero quedó suspendido a raíz del saqueo inglés de 1596.

A mediados de 1595, el Deán y Cabildo de la catedral de Cádiz, junto con el Concejo de la ciudad, dirigen un memorial a Felipe II pidiendo licencia para edificar una nueva catedral.[1] El escrito va acompañado de un largo informe ante el corregidor Antonio Girón de Zúñiga, fechado a 20 de Junio, en el que diversos eclesiásticos exponen la necesidad de la nueva catedral.[2] También figura junto al memorial un plano de parte de la ciudad de Cádiz,[3] con fecha de 22 de Junio, en el que aparece una iglesia de planta muy similar a la actual Iglesia de Santa Cruz, y una línea gruesa que parece representar el perímetro de una iglesia, cubriendo un área mucho mayor, situada hacia el interior de la población. Confrontando el plano con el texto del memorial, que dice que «y que sea en el sitio que va señalado en la planta de la ciudad porque ha parecido a todos más acomodado y el obispo ha ofrecido y se ha obligado a dar cada año . . . dos mil ducados para [la obra] y mil y quinientos ducados luego para ayuda a comprar el sitio y materiales»,[4] podemos entender que la iglesia menor que figura en el plano es la catedral, tal como se encontraba antes del asalto inglés de 1596, mientras que la línea gruesa representa el área elegida para la construcción de la nueva catedral. Por tanto el plano nos permite conocer la planta de la catedral antes de su reconstrucción, y de esta manera comprender mejor esta operación; volveremos sobre él más adelante, cuando analicemos esta campaña constructiva.

Un informe sin fecha de Tiburzio Spanocchi, ingeniero al servicio de Felipe II, afirma que la catedral «es muy chica a la proporción de los habitadores de la ciudad y . . . en sitio muy desastroso para las solemnidades de las fiestas principales».[5] Por tanto, Spanocchi ha reconocido «el sitio que se le representa por las trazas que Vuestra Majestad ha mandado entregarme», que podrían ser las de 22 de Junio; como consecuencia, informa que «me parece muy apropiado para este efecto porque está en lugar llano y en la mejor comodidad para los vecinos de la ciudad aprovechándose en parte de la comunicación de la plaza mayor». En cuanto al costo de la operación, Spanocchi añade que «las casas que están en este nuevo sitio que se propone creo son de poco valor pues están arrimadas a una vieja muralla de la ciudad», precisando que en una «obra en que se gastará al pie de ciento y cincuenta mil ducados no se deberá poner en consideración cinco o seis mil ducados más o menos por el contento de los vecinos pues no les faltará sitio a los dueños de las dichas casas donde edifiquen obras nuevas». Aún más interesante es la última frase del informe, según la cual «Algunas advertencias he dado . . . al Deán de Cádiz . . . de lo que me parece se podría enmendar la traza que . . . Francisco de Mora las irá apuntando . . . la persona que hizo las trazas tiene talento para ejecutar puntualmente cualquier orden que se le diere». Es decir, que Francisco de Mora interviene o da su parecer en la operación, pero las trazas no son de Mora ni de Spanocchi, sino de una tercera persona.

Sin embargo, el Rey prudente pide otros dictámenes, y el arzobispo de Sevilla informa el 30 de Noviembre recomendando que «Vuestra Majestad se sirva de conceder . . . licencia para trasladar a sitio más cómodo y seguro la dicha iglesia y edificar en él un templo de más espacio y decencia, donde puedan celebrarse los oficios divinos con la solemnidad y ceremonias que suelen y deben celebrarse en las iglesias catedrales». Aun así, opta por un proyecto menos ambicioso, argumentando que «por ser tan grandes las necesidades de estos tiempos, y las haciendas de aquella ciudad y obispado tan cortas, «sea justo no exceder en las costas y gastos de esta fabrica, a más de lo que pide la necesidad de un lugar que aun no llega a mil vecinos» y a una moderada decencia». En realidad lo que pretende el arzobispo es que sus rentas no se vean disminuidas, y por eso argumenta que «para un edificio de esta moderación, bien bastaran los socorros que ambos cabildos ofrecen favorecidos y ayudados de la merced que vuestra Majestad les puede hacer . . . sin que sea menester acudir a Roma por licencia para repartir cinco por ciento sobre las rentas decimales».[6]

A pesar de un nuevo informe de Antonio Girón de Zúñiga, fechado el 20 de Enero de 1596,[7] que parece apoyar al cabildo y la ciudad en su ambicioso proyecto, el Rey prefiere una solución más conservadora, en la línea de la propuesta por el arzobispo de Sevilla, pues tampoco quiere que sus ingresos se vean mermados por las mercedes que propone el prelado. Un borrador de carta al obispo de Cádiz, de Febrero de 1596,[8] recoge el informe del arzobispo otorgando «la dicha licencia para trasladar a sitio más cómodo y seguro la dicha Iglesia y edificar en él un templo de más espacio y decencia donde se puedan celebrar los oficios divinos con la solemnidad y ceremonia que suelen y deben celebrarse en las Iglesias Catedrales», pero también acepta que «por ser tan grandes las necesidades de estos tiempos y las haciendas de esa ciudad y obispado tan cortas, sería justo no exceder en las costas y gastos de la Iglesia nueva a más de lo que pide la necesidad de la ciudad pues aún no llega a mil vecinos y a una moderada decencia». Sólo en una cosa se aparta la resolución real del parecer del arzobispo: «de todos los medios y arbitrios que se apuntan en el dicho memorial . . . se use de solos los dos, que es el ofrecimiento que hace vs. y del que también hace el dicho Cabildo de que dará la renta de una canonjía cada año, y que se busquen otros arbitrios que sean sin perjuicio de tercero». Es decir, nada se dice de las mercedes reales a favor de la catedral que pedía el arzobispo; el cabildo y el obispo deberán afrontar la construcción del nuevo templo por sus propios medios.

El saqueo de la catedral y la huida del cabildo a Medina Sidonia

Todos estos proyectos quedarían en nada a consecuencia del saqueo de Cádiz por una flota anglo-holandesa, al mando del conde de Essex, en 1596. En palabras del propio cabildo catedralicio, «habiendo venido el inglés enemigo con poderosa armada sobre aquella ciudad se apoderó de ella y quemó gran número de casas y entre ellas el templo que servía de iglesia catedral con ánimo tan cruel y dañado que

aún hasta las mismas piedras ardieron habiendo primero robado todos los ornamentos y plata con que servía . . . y siendo esto así y habiendo quedado sin iglesia y sin ornamentos para el servicio de ella y perdido aquella fábrica gran parte de la poca renta que tenía por el incendio de las casas que quemó el enemigo sobre que tenía tributos».[9] Además, según carta del concejo al Rey, «el enemigo inglés [se llevó] parte del cabildo eclesiástico con otros muchos regidores en rehenes y en prendas de 120.000 ducados en que se concertaron las vidas de los religiosos y religiosas y otra mucha infinidad de personas que estaba en el castillo y villa y baluarte de San Felipe»,[10] y no se sabe por cuánto tiempo estarán cautivos, pues «los que llevaron en rehenes de los dichos 120.000 ducados padecen y han padecido por salvar la vida a tantos y están imposibilitados de poder pagar la dicha suma respeto de haber perdido todas sus haciendas así en lo cargado en la flota como en sus casas que después de habérselas saqueado hasta los clavos de las paredes, se las quemaron».

Ante esta situación, los miembros del cabildo se han dispersado por lugares más o menos cercanos a Cádiz, y muchos de ellos están en Medina Sidonia, donde celebran los oficios en la iglesia de Santa María la Coronada «por ser el templo de ella más capaz y tener algunos ornamentos para servirse más que los más lugares de aquel obispado».[11] El concejo exige el retorno inmediato del cabildo a la ciudad, argumentando «para la reedificación de la dicha ciudad conviene la dicha iglesia y prelado vuelvan . . . pues haciéndolo se animarán muchos vecinos a volverse a la dicha ciudad que no lo hacen por parecerles que pues no vuelve la iglesia no se trata del remedio de la dicha ciudad».[12]

A partir de este momento comienza un tira y afloja entre el cabildo, que quiere continuar en Medina Sidonia hasta que se reconstruyan las defensas de la ciudad y se reedifique la iglesia catedral,[13] y el concejo, que pide la vuelta del cabildo para celebrar los oficios en la iglesia de La Candelaria, en un convento de agustinas.[14] Ambas partes dirigen infinidad de memoriales al Rey en pocos meses; el Consejo de Cámara tantea la solución de trasladar el cabildo a Gibraltar, que es lugar de realengo y no de señorío como Medina Sidonia, y al mismo tiempo está bien defendido, al contrario de lo que ocurre en Cádiz, pero la solución se descarta por la lejanía del Peñón.[15]

La situación no se resuelve hasta el nombramiento como obispo de Cádiz de Maximiliano de Austria, consagrado en Jaén el 16 de Febrero de 1597, que pide a principios del mes siguiente al Rey que le señale el lugar donde ha de residir y ejercer su oficio pastoral.[16] Despejadas estas dudas, el nuevo prelado se dirige a Cádiz y el 13 de Mayo informa a la corte «del estado de ella y de la resolución que se tomó de asentar la iglesia en este lugar por ser de tan grande importancia para el servicio de vuestra majestad y defensa de estos reinos y parécemela de mayor para su reedificación mi asistencia posponiendo en todo los evidentes peligros que hay en hacerla, esforzando a los capitulares a lo propio», añadiendo que «dióse principio al decir las horas domingo a los 11 de este en la iglesia de la Candelaria por no estar acabada de aderezar la de la Misericordia donde se han de continuar».[17] Otro párrafo del mismo informe apunta cuáles eran los verdaderos motivos del cabildo para encastillarse en Medina Sidonia, y al mismo tiempo muestra la firmeza del obispo frente a los capitulares: «fue parte para sosegar los ánimos de todos que alborotados con una nueva que el Duque de Medina envió de enemigos comenzaron a desamparar sus casas y lugar a cuyo reparo se acudió lo mejor que pudo»; un detalle que los secretarios reales recogen cuidadosamente en el resumen que anotan sobre la propia carta.

La reconstrucción de la catedral

Ya decía Pablo Antón Solé (1975, 88) que la destrucción de la catedral en el asalto inglés no fue completa; había ardido el techo de madera, pero se conserva una capilla cubierta por una bóveda de crucería y algunos arcos ojivales. Los documentos de Simancas confirman y precisan esta afirmación. Podemos confrontar la planta de la catedral de Cádiz contenida en el plano de 26 de Junio de 1595 que acompaña la propuesta de nueva catedral[18] con la planta de la actual iglesia de Santa Cruz; veremos que ambas coinciden a grandes rasgos, con la diferencia de varias capillas y dependencias añadidas posteriormente (Antón 1966, 139–140), la existencia de un coro en la planta de 1595 y la posición de cuatro pilares que ha variado ligeramente en la actualidad, aproximándose a los ejes de los paños correspondientes de la caja de muros. Esto indica que la reconstrucción pos-

terior a la incursión británica conserva la disposición general de la iglesia medieval, lo que explica la irregularidad de los tramos de la nave; las actuales columnas toscanas mantienen aproximadamente la posición de los machones o soportes del templo gótico, evitando que los arcos perpiaños de las naves laterales apoyen sobre las embocaduras de las capillas.

Confrontando los documentos de Cádiz y Simancas, podemos entender algunas de las razones de esta decisión. Don García de Haro, antiguo obispo de Cádiz, ahora en Málaga, dirige un memorial al Rey en febrero de 1597 en el que ofrece 6.000 ducados para el «edificio del nuevo templo que se ha de hacer».[19] El texto no permite discernir si todavía se mantiene el proyecto de construir una catedral más amplia en otro lugar o si se pretende levantar un templo de nueva planta en el área de la iglesia quemada, y todo parece indicar que en este momento se están barajando las dos posibilidades. El 24 de Abril García de Haro otorga escritura pública en Málaga por la que hace donación a la catedral de la suma que había ofrecido (Antón 1975, 89), reservándose el derecho de aclarar más adelante cómo quiere que se emplee este dinero. Las dudas se resuelven el 30 de Julio; García de Haro declara que su voluntad es que la iglesia se fabrique en el lugar donde estaba cuando los ingleses la asolaron, ensanchándola y alargándola como mejor pareciere al obispo y cabildo, a condición de mantener el altar mayor y coro donde estaban cuando García de Haro dejó de ser obispo de Cádiz.[20] Todo parece indicar que el obispo impone esta condición porque durante su estancia en Cádiz se habían reformado el coro y altar mayor (Antón 1975, 86) y deseaba dejar memoria de su obra.

Entretanto, Maximiliano de Austria escribe el 13 de Mayo a Felipe II, como vimos, y le comunica que se ha restablecido la celebración de las horas en la ciudad, pero añade que «están todas las iglesias tan necesitadas . . . que aunque yo con lo poco que puedo me esfuerzo a repararlas, es imposible hacerlo por tener otras muchas necesidades . . . a qué acudir, sin ayuda de Vuestra Majestad».[21] Todo esto, unido a la resistencia del cabildo a dejar Medina Sidonia, permite deducir que la disposición actual de la iglesia se decidió después de Julio de 1597, o incluso más tarde, pues la reconstrucción de la catedral encuentra fuertes obstáculos. En enero de 1598, el cabildo pide permiso al concejo para sacar piedra para las canteras de San Sebastián. Según Antón (1975, 89), en este momento se ha comenzado a cubrir la iglesia, pero esta afirmación debe referirse a elementos secundarios, y no a las naves de la iglesia, que se hallaban sin cubrir en el mes de Julio de ese año, como veremos.

Durante el año de 1598 visitan la obra tanto el maestro Padilla como Ginés Martínez de Aranda, un maestro cantero que había trabajado en la iglesia abacial de Santa María de la Mota, en Alcalá la Real, con Maximiliano de Austria como abad (Galera 1978, 12; Galera 1982, 98; Gila 1991; Calvo 2000, 1: 33–37); además se paga a Martínez de Aranda por «hacer los modelos de la iglesia».[22] Las cuentas son anuales y no precisan la fecha de estas visitas y modelos. No es fácil discernir si son anteriores o posteriores al nombramiento de Martínez de Aranda como maestro mayor en Abril de 1598, según el cual «os nombramos y proveemos por maestro mayor de la obra que por orden de su Majestad hacemos en nuestra iglesia catedral de Santa Cruz de Cádiz» (Falcón 1994, 465).

Esta última frase es demasiado optimista, como demuestra un memorial de Julio de 1598, según el cual «habiendo estos días representado a vuestra majestad que para reedificar la catedral que el enemigo inglés quemó eran menester 26.000 ducados para lo cual tenían solos 6.000 de una manda del obispo don García de Haro y que para los otros 20.000 no había otra posibilidad ni remedio sino el de la liberalidad de vuestra majestad para lo cual se le propusieron seis arbitrios visto que el consejo de vuestra Majestad ha respondido no haber lugar suplican a vuestra Majestad se sirva de ordenar al obispo y cabildo que con los 6.000 ducados susodichos cubran lo mejor que pudieren la iglesia quemada de una tabla lisa»,[23] renunciando así a la «traza de bóveda que se había enviado a vuestra majestad». Esta traza de bóveda podría ser uno de los «modelos» de Martínez de Aranda, puesto que la voz «modelo» se emplea en ocasiones en el siglo XVI español con el sentido de «plano», pero no es posible afirmarlo taxativamente.

También nos dice el memorial que «es grande la indecencia y el peligro que hay en la ermita del hospital en que ahora se celebran los divinos oficios pues demás de ser estrechísima y sujeta a grande hedor ha sido tocada también del fuego de suerte que los días pasados se hundió una parte de ella que a suceder de día como fue de noche cogiera mucha gente debajo». La corte autoriza al cabildo a cubrir la igle-

sia con una armadura de madera sin adornos, como pide, pero una nota anónima en el memorial del cabildo aclara que «Habiéndose consultado a su Majestad este negocio manda . . . que esto sea de manera que habiendo comodidad adelante se pueda hacer debajo de la tabla la bóveda de la dicha Iglesia».[24] Esto da a indicar que la hacienda real no disponía de fondos por el momento para financiar la reconstrucción, pero no desesperaba de hacerlo más adelante, y también que el Rey tenía particular interés en la ejecución de la «traza de bóveda».

Estas intenciones de la Corona se harían realidad el 15 de Marzo de 1599, cuando Felipe III renuncia a rentas que le correspondían en el obispado de Cádiz, por valor de algo más de seis mil ducados, a condición de que el cabildo y la ciudad aportasen otras dos tercias partes para la obra (Antón 1975, 89). Alrededor del 27 de Abril de 1600 Ginés Martínez de Aranda toma la obra por remate en 3.700 ducados (Antón 1975, 93; Gila 1988, 72). Hay que entender que lo que se contrata es una parte de la reconstrucción, pues en la obra se hubieron de invertir cerca de 20.000 ducados de las aportaciones de la Corona, el cabildo y la ciudad, sin contar con lo que quedara del donativo de García de Haro y los ingresos ordinarios de la fábrica, que no deberían ser cuantiosos.

De esta manera, el 15 de junio de 1602, día del Corpus, se reanuda el culto en la catedral (Antón 1975, 89). En mi opinión, esto no permite afirmar que la reconstrucción estaba terminada en este momento, puesto que era muy frecuente consagrar las catedrales españolas y comenzar el culto al cubrir la capilla mayor, aunque el resto de la iglesia estuviera en obras. Por tanto, no es aventurado suponer que el cabildo trasladaría las celebraciones a la catedral en cuanto fuera posible, huyendo de la Ermita del Hospital, que estaba en pésimas condiciones como hemos visto.[25]

Por otra parte, en 1603 Cristóbal de Rojas, ingeniero militar que había dado lecciones de fortificación en la Academia de Matemáticas impulsada por Juan de Herrera, da cuenta al Rey del estado de las fortificaciones de Cádiz y del reparo que precisaba la catedral (Mariátegui 1880, 84). Las dos cuestiones estaban íntimamente ligadas; según Antón (1975, 89) en años anteriores se habían ido sacando piedras de la roca que servía de asiento a la ciudad por el lado del Mar de Vendaval, y como consecuencia, el embate de las aguas socavó el templo, lo que exigía no sólo reparar las grietas en las bóvedas, sino construir un muro de defensa frente a los temporales. Este relato de los hechos recuerda a las relaciones enviadas a la Corona para la justificar el proyecto de nueva catedral de 1595, en los que se decía que «la iglesia catedral de ella es muy vieja de muy ruin edificio y que está muy desplomada y arruinada por batir la mar en ella y con mucho peligro de caerse»,[26] o que «en la ciudad de Cádiz es forzoso hacer nueva iglesia catedral porque la que al presente hay está muy sujeta a que la mar la derribe».[27] El problema se arrastra al menos hasta el 30 de Junio de 1614, fecha en la que se propone que el problema sea expuesto al Rey por el capitán Rojas; todo esto hace muy difícil datar el fin de la reconstrucción.[28]

Tampoco es fácil llegar a una conclusión tajante acerca de la autoría del proyecto de reconstrucción, muy debatida por los estudiosos que se han ocupado de la iglesia. Hemos visto que Martínez de Aranda da modelos para la iglesia en 1598, que contrata la ejecución de parte de la obra en 1600, y que el templo se consagra en 1602, por lo que podemos entender que su intervención en la conformación del edificio que conocemos fue decisiva. Por otra parte, la intervención de Cristóbal de Rojas sólo está documentada a partir de 1603, como hemos visto.[29] Sin embargo, el templo actual combina rasgos típicamente andaluces o meridionales con soluciones vinculadas al mundo escurialense, desconocidas en la obra anterior de Aranda; examinaremos unos y otras en el apartado siguiente.

UNA SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA SINGULAR

Tal como aparece hoy ante nuestros ojos, la catedral vieja de Santa Cruz de Cádiz es una iglesia salón, esto es, un templo de tres naves de la misma altura, una solución frecuente en la corona de Castilla en el siglo XVI. Aunque el tipo es de origen gótico, a lo largo de la centuria se fue adaptando paulatinamente al lenguaje clásico, y así encontramos en Cádiz columnas toscanas como soportes en la nave, mientras que la cubierta apoya en los muros por medio de capiteles-ménsula. Sin embargo, la solución constructiva empleada para su abovedamiento es muy singular. Frente al uso habitual de arcos de medio punto y bóvedas vaídas o nervadas de intradós esférico, en Cádiz encontramos arcos carpaneles en los transversales de la

nave mayor y arcos elípticos u ovales ligeramente peraltados en los transversales de las naves laterales; los arcos de separación entre naves son carpaneles o de medio punto. Aunque la sección de estos arcos se resuelve mediante tres fajas de impecable trazado clásico, por lo general las juntas entre las primeras hiladas se disponen en planos horizontales, al modo de la jarja o «tas-de-charge» gótico. Dentro de algunos de los arcos formeros se disponen ventanas rectangulares en las que el dintel se cierra con una pieza muy frecuente en la cantería española del Renacimiento, el «Capialzado cuadrado a regla». Sobre estos arcos formeros o perpiaños descansan bóvedas de cuatro cascos de ladrillo sin nervios, dispuestas de manera que los cuarteles se encuentran en arista entrante, por lo que recuerdan a las que hoy conocemos por bóvedas de rincón de claustro; pero la semejanza no es literal, por supuesto, ya que los paños apoyan en los arcos semicirculares o elípticos y no en una imposta recta. Esta engañosa semejanza con la bóveda de rincón de claustro se puede apreciar con claridad en el exterior de la cubierta, donde las bóvedas muestran su trasdós, revestido de piezas cerámicas.

En un primer análisis, podemos entender esta solución constructiva singular como una inteligente respuesta a los condicionantes de que presentaba la reconstrucción de la iglesia. La irregularidad de los tramos de la iglesia gótica, que se mantienen con ligeras modificaciones como hemos visto, hacía imposible el recurso habitual a las bóvedas vaídas y los arcos de medio punto; los arcos carpaneles y peraltados aportan la flexibilidad necesaria para adaptarse a los pies forzados que impone la construcción existente. Ahora bien, sobre estos arcos no se puede disponer una bóveda vaída, puesto que las secciones de la esfera por cualquier plano son circunferencias, nunca elipses; esto es lo que justifica el empleo de una bóveda de cuatro paños.

Algunos rasgos arquitectónicos de la catedral se relacionan con el ambiente meridional, como la concepción general de iglesia salón resuelta en lenguaje clásico, adoptada en la catedral de Jaén a partir de las reformas de Alonso Barba a finales del siglo XVI. También son típicamente andaluces los capiteles-ménsula, empleados por Hernán Ruiz en la iglesia del Hospital de la Sangre y recogidos en su *Libro de Arquitectura*; más adelante los dispondría Ginés Martínez de Aranda en la ermita de Santa Ana, cerca de Alcalá la Real.

En cambio, otros detalles arquitectónicos y constructivos de la catedral se pueden poner en relación con el mundo escurialense. Es obvio que el carácter desornamentado de la iglesia y el empleo del orden toscano en los soportes indican esa dirección, aunque también es cierto que cuadran bien a una catedral dedicada a la Santa Cruz. Las bóvedas que muestran su trasdós al exterior también aparecen en las bóvedas de las torres y el crucero de la basílica de El Escorial. Como sugirió Rabasa (2000, 167), y han demostrado Alonso (Alonso 2002a, 495–500; 2002b, 305–308;) y López Mozo (2002, 515–519; López Mozo 2003, 1324–1325) en estas bóvedas se disponen los planos de lecho de las primeras hiladas en posición horizontal, como después se hará en los arcos de la catedral de Santa Cruz. Menos evidente es el vínculo de los arcos peraltados con la fábrica filipina. Como he señalado en otro lugar (Calvo 2002b, 419–420) existen arcos y bóvedas de esta traza en algunos tramos de los corredores dispuestos tras las ventanas termales de la basílica, que permiten acceder al cimborrio. Probablemente fueron construidos en 1581 o principios de 1582 por Diego de Sisniega, con Juan de Minjares como aparejador de cantería, y Juan de Herrera como arquitecto real. (Bustamante 1994, 491–493, 501–502). Al contrario de lo que ocurre en Cádiz, aquí no parece existir una razón aparente para el empleo de arcos elípticos. Se diría que lo que el propósito de los constructores de estas piezas era experimental, lo que cuadra bien con su disposición en un lugar tan apartado.

Algunos de estos rasgos aparecen en el manuscrito de cantería de Ginés Martínez de Aranda, los *Cerramientos y trazas de montea*, redactado después de la reconstrucción la catedral de Cádiz (Calvo 2000, I: 95–97; Calvo 2002a, 532–533). Encontramos los arcos con planos de junta horizontales en las primeras hiladas en el «Arco viaje contra cuadrado por lado fuera de simetría y el Arco viaje contra viaje por cara fuera de simetría», si bien se emplean para resolver problemas distintos, los de los arcos esviados con una o dos jambas oblicuas (Aranda 1600:14–18; Calvo 2000, 2: 66–84).

Más significativa es la presencia en el manuscrito de los arcos elípticos peraltados. Sebastiano Serlio (1545 [1986], I:12r.) ofrece una solución para trazar un arco elíptico rebajado basada en la afinidad de la elipse con dos circunferencias de diámetros iguales a los ejes mayor y menor de la elipse. Merece la pena

señalar que Serlio incluye un grabado con dos arcos de igual luz y flechas diferentes, como si quisiera mostrar la flexibilidad del procedimiento, por contraste con sus cuatro conocidísimos óvalos, que no permiten construir un arco de flecha y luz dadas (Gentil 1996). En el ámbito español, recogen la solución Hernán Ruiz (1550, 37 r.) y Alonso de Vandelvira (1580, 18 v.) que afirma explícitamente que «si quisieres subir o abajar el arco carpanel lo podrás hacer por esta traza, la cual pone Sebastiano Serlio en su Primero Libro de Geometría»; el comentario reviste gran interés para nosotros porque es precisamente esta flexibilidad la que permite a los arcos de la catedral de Cádiz adaptarse a las diferentes profundidades de tramos impuestas por la fábrica medieval. Sin embargo, tanto Serlio como Hernán Ruiz y Vandelvira representan únicamente arcos rebajados; en cambio, Martínez de Aranda (1600, 1–2) generaliza el procedimiento de Serlio para construir tanto un arco rebajado como un arco peraltado; en sus propias palabras «muestra bajar circunferencias grandes con pequeñas y subir pequeñas con grandes».

Si Aranda se refiere a «circunferencias» es porque el procedimiento sólo permite construir el intradós del arco. En cambio, Aranda expone otro método, relacionado en parte con soluciones de Dürer (1525) y De L'Orme (1561, 14 r.–14 v.), para construir arcos elípticos completos. Para resolver el problema, Aranda (1600, 1ª–1b) traza dos arcos auxiliares de medio punto, uno con luz igual a la luz del arco elíptico que pretende construir y otro con flecha igual a la del arco que pretende obtener; hecho esto, construye el arco elíptico tomando las cotas de los vértices de sus dovelas del primero de los arcos auxiliares y sus proyecciones horizontales del segundo.

Todo esto nos permite suponer que la solución empleada en El Escorial con un propósito experimental se llevó a la práctica en Cádiz con la intención de resolver un problema real. Otros indicios señalan que la finalidad del experimento escurialense no era únicamente formal, sino también estructural. Aranda (1600, 5–6) incluye en su manuscrito un procedimiento para calcular el grosor necesario de los estribos de los arcos, que se basa en determinar el punto que divide en tres partes el intradós del arco, bajar desde este punto una vertical hasta encontrar el plano de impostas, medir la distancia desde este encuentro a la imposta, y adoptar este valor como grosor del estribo. Como ha señalado Huerta (1990, 136), se expone un método sustancialmente idéntico en «L'architecture des voûtes», del padre jesuita François Derand, un tratado de construcción pétrea que alcanzaría gran difusión en la Francia del siglo XVII. Llama la atención que Derand (1643, 6) expone el método empleando como ejemplos un arco semicircular, otro rebajado y otro apuntado, como Aranda, pero además añade un arco elíptico peraltado, quizá para mostrar que el estribo que requiere este tipo de arco es aún menor que el que exige el apuntado. Como Aranda, Derand construyó arcos elípticos peraltados en la iglesia parisina de Saint-Paul-Saint-Louis; debió conocer el tipo en su estancia en el colegio de La Flèche, pues su iglesia, construida por el también jesuita Martellange incluye una serie de estas piezas, construidas con cierta torpeza (Evans 1995, 213–214; Le Boeuf 2001).

El paralelismo entre las experiencias francesas y españolas y el manuscrito de Aranda y el tratado de Derand sugiere que el empleo de arcos elípticos peraltados tenía una intención no sólo formal, sino también estructural. No es fácil, sin embargo, hallar un punto de contacto entre estas dos líneas, pues las piezas escurialenses se encuentran, como hemos dicho, en un lugar recóndito, y hasta donde llega nuestro conocimiento, el manuscrito de Aranda circuló en ámbitos muy limitados (Calvo 2000, I: 111–112). El nexo más verosímil se encuentra en la Academia de Matemáticas, vinculada a Juan de Herrera, en la que impartió clases Cristóbal de Rojas, como hemos visto; se ha señalado la influencia de Herrera en la arquitectura del primer centro de estudios jesuítico, el Collegio Romano (Calí [1980] 1994). Disuelta la Academia en el siglo XVII, sus pertenencias pasaron al Colegio Imperial madrileño, en manos de los jesuitas, que mantuvo relaciones con otros centros europeos de la compañía; quizá por estas vías tuvieron noticia Derand y Martellange de los experimentos de El Escorial y Cádiz.

Notas

1. Memorial del Deán, Cabildo y Concejo de Cádiz a Felipe II acerca de la nueva catedral de Cádiz, s. f., Archivo General de Simancas (AGS, en adelante), sección de Patronato Eclesiástico, (PE, en adelante), leg. 52.
2. Informe ante Antonio Girón de Zúñiga sobre la nueva catedral, 26 de Junio de 1595, AGS, PE, leg. 52.

3. Plano de Cádiz con el área de la nueva catedral, 26 de Junio de 1595, AGS, sección de Mapas, Planos y Dibujos, 8–12. El plano fue publicado por Alicia Cámara (1998: 150) sin entrar a analizar ni la propuesta de nueva catedral ni el estado de la iglesia existente, que caían fuera del ámbito de su obra.
4. Memorial del Deán, Cabildo y Concejo de Cádiz a Felipe II sobre la nueva catedral, s. f., AGS, PE, leg. 52.
5. Informe de Tiburzio Spanocchi acerca de la nueva catedral de Cádiz, s. f., AGS, PE, leg. 52.
6. Informe del Arzobispo de Sevilla acerca de la nueva catedral de Cádiz, 30 de Noviembre de 1595, AGS, PE, leg. 52. La cursiva corresponde a frases subrayadas en el documento.
7. Informe de Antonio Girón de Zúñiga, acerca de la nueva catedral, 20 de Enero de 1596, AGS, PE, leg. 52.
8. Borrador de carta al Obispo de Cádiz acerca de la nueva catedral, Febrero de 1596, AGS, PE, leg. 52.
9. Memorial del Deán y Cabildo de la Catedral de Cádiz a Felipe II, pidiendo que se reedifique la ciudad y entretanto se les permita seguir en Medina Sidonia, 19 de Noviembre de 1596, AGS, PE, leg. 52.
10. Memorial del Concejo de Cádiz a Felipe II pidiéndole que el Cabildo de la catedral vuelva a la ciudad, 14 de Septiembre de 1596, AGS, PE, leg. 52.
11. Memorial del Deán y Cabildo de la Catedral de Cádiz a Felipe II, cit. anteriormente, 19 de Noviembre de 1596, AGS, PE, leg. 52.
12. Memorial del Concejo de Cádiz a Felipe II pidiéndole que el Cabildo de la catedral vuelva a la ciudad, 12 de Febrero de 1597, AGS, PE, leg. 52. Se exponen argumentos similares en el Memorial del Concejo de Cádiz a Felipe II, cit. anteriormente, 14 de Septiembre de 1596, AGS, PE, leg. 52.
13. Memorial del Deán y Cabildo de la Catedral de Cádiz a Felipe II, cit. anteriormente, 19 de Noviembre de 1596, AGS, PE, leg. 52. Hoja suelta sin fecha ni firma, probablemente de un secretario real, acerca de la petición del cabildo de Cádiz para residir en Medina Sidonia, AGS, PE, leg. 52. Memorial del cabildo de Cádiz a Felipe II pidiendo se les señale iglesia donde celebrar los oficios, 3 de Enero de 1597, AGS, PE, leg. 52. Memorial del cabildo de Cádiz a Felipe II pidiendo se despache la consulta sobre señalarles iglesia donde celebrar las horas, 18 de Enero de 1597, AGS, PE, leg. 52. Memorial del cabildo de Cádiz a Felipe II pidiendo se les señale iglesia donde puedan celebrar los oficios, 11 de Febrero de 1597, AGS, PE, leg. 52.
14. Memorial del Concejo de Cádiz a Felipe II, cit. anteriormente, 14 de Septiembre de 1596, AGS, PE, leg. 52. Memorial del Concejo de Cádiz a Felipe II, cit. anteriormente, 12 de Febrero de 1597, AGS, PE, leg. 52. Memorial del Concejo de Cádiz a Felipe II pidiéndole que el Cabildo de la catedral vuelva a la ciudad, 5 de Marzo de 1597, AGS, PE, leg. 52. Memorial de Martín de Yrigoyen y otros vecinos de Cádiz a Felipe II pidiéndole que el Cabildo de la catedral vuelva a la ciudad, 5 de Marzo de 1597, AGS, PE, leg. 52.
15. En el Memorial del Deán y Cabildo de la Catedral de Cádiz a Felipe II, cit. anteriormente, 19 de Noviembre de 1596, AGS, PE, leg. 52, una mano diferente de la que escribe el texto ha escrito escuetamente «Gibraltar». En la hoja suelta sin fecha ni firma, probablemente de un secretario real, acerca de la petición del cabildo para residir en Medina Sidonia, cit. anteriormente, AGS, PE, leg. 52, se razona que «de los lugares de su majestad del dicho obispado ninguno tiene mejor vivienda para poderse entretener que Gibraltar aunque la iglesia no es tal ni tiene coro ni tanta fábrica y ornamentos como la de Medina y está diez y ocho leguas de Cádiz que es lo último del obispado».
16. Carta de Maximiliano de Austria, obispo de Cádiz, a Felipe II, 13 de Marzo de 1597, AGS, PE, leg. 52: «dice que él se consagró en Jaén a diez y seis de Febrero pasado y que por su parte se ha hecho instancia de algunos días a esta parte se le señalase lugar . . . para su residencia y ejercicio de su oficio pastoral y así suplica muy humilmente a vuestra majestad mande que esto se resuelva . . . que él está muy aparejado para seguir y obedecer la real voluntad de vuestra majestad la cual espera en Alcalá la Real». La instancia o petición anterior que cita debe ser posterior al 16 de Febrero, fecha de su consagración, y anterior al 10 de Marzo, fecha de una nota de Jerónimo Gassol, AGS, PE, leg. 52, en la que se afirma que «Dice su Majestad que se vea en la Cámara con brevedad el memorial incluso del Obispo de Cádiz, y que con la misma se le avise de lo que parecerá en lo que él dice que tiene pedido».
17. Memorial de Maximiliano de Austria a Felipe II, 13 de Mayo de 1597, AGS, PE, leg. 52.
18. Plano de Cádiz con el emplazamiento de la nueva catedral, citado anteriormente, 26 de Junio de 1595, AGS, Mapas, Planos y Dibujos, 8–12.
19. Carta de Don García de Haro, obispo de Málaga, anunciando que envía a la catedral de Cádiz dos ternos, 21 de Febrero de 1597, AGS, PE, leg. 52.
20. Declaración de voluntad de García de Haro sobre su donación a la catedral de Cádiz. Archivo de la Catedral de Cádiz, (ACC, en adelante), Archivo Antiguo, leg 22, número 2, documento 30. El documento, de muy difícil lectura, está acompañado de una transcripción a máquina de escribir; el archivero me informó que dicha transcripción había sido realizada por el padre Antón Solé.
21. Memorial de Maximiliano de Austria a Felipe II, citado anteriormente, 13 de Mayo de 1597, AGS, PE, leg. 52.
22. ACC, libro 2º de cuentas de fábrica, cuentas de 1598, f. 4 y 5. Antón (1975, 89), cita precisamente estos folios, pero se refiere únicamente a las tres visitas de Martínez

de Aranda y a la visita de Padilla, y no a los modelos de Aranda. Debo agradecer a Pedro Navascués que me advirtiera acerca de la existencia de estos modelos.
23. Memorial de la iglesia catedral de Cádiz al Rey acerca de la cubrición de la catedral, 8 de Julio de 1598, hoja suelta, AGS, PE, leg. 51.
24. Nota anónima, probablemente de un secretario real, fechada en San Lorenzo del Escorial a 22 de Julio de 1598, en el memorial del cabildo de Cádiz de 8 de Julio, AGS, PE, leg. 51.
25. Memorial de la catedral de Cádiz acerca de la cubrición de la catedral, citado anteriormente, 8 de Julio de 1598, AGS, PE, leg. 51.
26. Nota anónima, probablemente de un secretario real, acerca del proyecto de nueva catedral en Cádiz, s. f., probablemente de 1595, AGS, PE, leg. 52.
27. Informe de Tiburzio Spanocchi acerca de la petición de licencia para hacer una nueva catedral de Cádiz, citado anteriormente, s. f., AGS, PE, leg. 52.
28. Borrador de carta de 30 de Junio de 1614. ACC, Archivo Antiguo, leg. 19, número 1.
29. Antón Solé (1975, 89) afirma que «Cristóbal de Rojas hizo los modelos o planos, que se enviaron para su aprobación al Consejo de Castilla», citando los folios 4 y 5 del libro de fábrica 2° de la catedral. Ahora bien, en dichos folios se recoge el pago a Martínez de Aranda por los modelos, junto con las visitas de Aranda y Padilla, pero no hay referencias a Cristóbal de Rojas. Más adelante Antón (1975, 93) insiste en la atribución a Cristóbal de Rojas, citando a Mariátegui, pero éste sólo se refiere a la intervención de Rojas a partir de 1603.

LISTA DE REFERENCIAS

Alonso Rodríguez, Miguel Ángel y Ana López Mozo. 2002 a. Levantamiento de la cúpula de la iglesia del Monasterio de San Lorenzo del Escorial. En *IX Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 303–308. La Coruña: Universidade da Coruña.

Alonso Rodríguez, Miguel Ángel. 2002 b. Sobre las cúpulas de las torres de la basílica del Escorial. En *El Monasterio del Escorial y la arquitectura*, 487–500. El Escorial: Instituto Escurialense de Investigaciones Artísticas e Históricas.

Antón Solé, Pablo. 1975. La catedral vieja de Santa Cruz de Cádiz. Estudio histórico y artístico de su arquitectura. *Archivo Español de Arte*, 83–96.

Bustamante García, Agustín. *La octava maravilla del mun do. Estudio histórico sobre el Escorial de Felipe II.* Madrid: Alpuerto.

Calvo López, José. 1998. Los trazados de cantería en la «Teórica y práctica de fortificación» de Cristóbal de Rojas. En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, 67–75. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Calvo López, José. [2000] 2003. *«Cerramientos y trazas de montea» de Ginés Martínez de Aranda.* Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Ann Arbor: Proquest.

Calvo López, José y Enrique Rabasa Díaz. 2002 a. La coupe des pierres dans l'Espagne du XVIéme siécle: le manuscrit de Ginés Martínez de Aranda. En Massimo Corradi *et al.*, eds., *Towards a History of Construction*, 529–549. Berlin-Basel-Boston: Birkhauser.

Calvo López, José. 2002 b. La semielipse peraltada. Arquitectura, mecánica y geometría en las últimas décadas del siglo XVI. En *El Monasterio del Escorial y la arquitectura*, 417–435. El Escorial: Instituto Escurialense de Investigaciones Artísticas e Históricas.

Calí, Maria [1980] 1994. *De Miguel Angel al Escorial.* Trad. española de Jose Luis Sancho y Anselmo Alonso. Madrid: Akal.

Calí, Maria. 1986. El Escorial, la «Figura cúbica» de Herrera y Miguel Ángel. *Academia,* 185–218.

Cámara Muñoz, Alicia. 1998. *Fortificación y ciudad en los reinos de Felipe II.* Madrid: Nerea.

Derand, P. François. 1643. *L'Architecture des voutes ou l'art des traits et coupe des voutes.* Paris: Sébastien Cramoisy.

Dürer, Albrecht. 1525. *Vnderweysung der Messung: mit dem Zirkel vn[d] Richtscheyt in Linien . . .* Nuremberg: s.e.

Evans, Robin. 1995. *The Projective Cast. Architecture and its three geometries.* Cambridge, Mass.: The MIT Press.

Falcón Márquez, Teodoro. 1994. El nombramiento de Ginés Martínez de Aranda como maestro mayor de las diócesis de Cádiz y Santiago de Compostela. En *Tiempo y espacio en el arte. Homenaje al profesor Antonio Bonet Correa*, 462–468. Madrid: Universidad Complutense.

Galera Andréu, Pedro. 1978. Una familia de arquitectos jiennenses: los Aranda. Estudio genealógico. *Boletín del Instituto de Estudios Giennenses,* 9–19.

Galera Andréu, Pedro. 1982. *Arquitectura y arquitectos en Jaén a fines del XVI.* Jaén: Instituto de Estudios Jiennenses.

Gentil Baldrich, José María. 1996. La traza oval y la Sala Capitular de la catedral de Sevilla. Una aproximación geométrica. En *Quatro edificios sevillanos*, 73–147. Sevilla: Colegio de Arquitectos.

Gila Medina, Lázaro. 1988. Ginés Martínez de Aranda. Su vida, su obra y su amplio entorno familiar. *Cuadernos de Arte,* 65–81.

Gila Medina, Lázaro. 1991. *Arte y artistas del Renacimiento en torno a la Real Abadía de Alcalá la Real.* Granada: Universidad.

Huerta Fernández, Santiago. 1990. *Diseño estructural de*

arcos, bóvedas y cúpulas en España ca. 1500 - ca. 1800. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

Le Boeuf, François. 2001. Mathurin Jousse, maître serrurier à La Flèche et théoricien d'architecture (vers 1575–1645). *In situ, revue de l'Inventaire général.* Accesible en http://www.culture.fr /culture /inventai /extranet /revue /001 /flb001.html.

L'Orme, Philibert de. 1561. *Nouvelles inventions pour bien bastir a petits frais*, París: Federic Morel.

López Mozo, Ana. 2002. Las cúpulas de las torres de la iglesia del Monasterio del Escorial. En *El Monasterio del Escorial y la arquitectura*, 501–519. El Escorial: Instituto Escurialense de Investigaciones Artísticas e Históricas.

López Mozo, Ana. 2003. Extradosed vaults in the Monastery of El Escorial: The domes at the church towers. En Santiago Huerta, ed., *Proceedings of the First International Congress on Construction History*, 1321–1326. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Mariátegui, Eduardo [1880] 1985. *El Capitán Cristóbal de Rojas, ingeniero militar del siglo XVI.* Madrid: CEHOPU.

Martínez de Aranda, Ginés. 1600. *Cerramientos y trazas de montea.* Manuscrito c. 1600. Servicio Histórico Militar, Madrid.

Rabasa Díaz, Enrique. 2000. *Forma y construcción en piedra. De la cantería medieval a la estereotomía del siglo XIX.* Madrid:Akal.

Rojas, Cristóbal de [1598] 1985. *Teórica y práctica de fortificación, conforme a las medidas de estos tiempos . . ..*Ed. facs. en *Tres tratados sobre fortificación y milicia.* Madrid: CEHOPU.

Ruiz el Joven, Hernán. 1550. *Libro de Arquitectura.* Manuscrito c. 1550. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Madrid.

Serlio, Sebastiano. [1545] 1986. *Primo libro di geometria.* Incluido después en *Tutte le opere di architettura.* [1986] 1600. Venecia. (Ed. Facs. Oviedo: Colegio de Aparejadores).

Vandelvira, Alonso de. 1580. *Libro de trazas de cortes de piedras.* Manuscrito original c. 1580. Copia en la biblioteca de la Escuela de Arquitectura de Madrid.

Los tres mercados de hierro de la ciudad de Valladolid

María Soledad Camino Olea

En la ciudad de Valladolid, a mediados del siglo XIX, para dar respuesta a la demanda de la Sociedad el Ayuntamiento empezó a estudiar la posibilidad de construir mercados de abastos cubiertos para así, facilitar al público el acceso a los productos de primera necesidad centralizando su adquisición y garantizando la higiene, al eliminar la venta callejera.

Una vez que se hubo decidido hacer los mercados se opto por construir tres edificios con estructuras de hierro, por su durabilidad y por ser un material incombustible, donde era usual que se celebrasen mercadillos al aire libre, es espacios abiertos próximos al río Esgueva.

Estudio histórico

Se empezaron a analizar diferentes emplazamientos y proyectos que respondían siempre a las tipologías de plantas rectangulares de una sola nave con estructuras resueltas a base de columnas de fundición y cubiertas de cerchas trianguladas.

En diciembre de 1861, se presentaron los Proyectos del Arquitecto Epifanio Martínez de Velasco para un «Mercado en la plazuela del Portugalete» y para una «Plaza de Mercado cubierto en la plazuela de la Red». Estos Proyectos no prosperaron y se encargó una nueva propuesta al Arquitecto Municipal Martín Saracibar que el 13 de febrero de 1862 presentó un «Presupuesto para la construcción de dos mercados cubiertos, en las plazuelas de la Rinconada y del Portugalete» (AMVA Licencias de obras caja 391–178, 1862). Esta propuesta tampoco fue aceptada y en el año 1865 se presentó otro proyecto del ingeniero barcelonés Miguel de Bergue para la plazuela del Portugalete, que tampoco llegó a construirse.

Finalmente, en sesión de 14 de mayo de 1877, el Ayuntamiento acuerda la realización de tres mercados y que el Arquitecto Municipal Joaquín Ruiz Sierra «se encargue de reformar los planos existentes o realice otros» así como de buscar las plazuelas mas adecuadas para su construcción, procurando que no sea necesario la expropiación de edificios y terrenos.

El Arquitecto Municipal presentó una memoria con un cuadro en el que ordenaba de mayor a menor superficie todas las plazas y plazuelas de la ciudad y donde, tras analizar su idoneidad para la construcción de los mercados proponía, por su superficie y situación, las plazuelas del Portugalete, Campillo de San Andrés y la de la Red. Posteriormente se sustituiría la plazuela de la Red por la del Val que se ampliaría con la de Malcocinado, derribando una manzana de casas, para poder construir un mercado de mayores dimensiones que se denominaría Mercado del Val o Central. Y presentó la documentación del «Proyecto para Tres Mercados de Hierro» (AMVA Licencias de obras legajo 540, 1878) el 8 de enero de 1878, con las siguientes dimensiones y presupuestos:

- El Mercado Central (Malcocinado y Val), longitud 72 m, latitud 20 m, superficie 1.440 m^2 y Presupuesto de 130.617,39 pesetas

- El Mercado del Campillo de San Andrés, el mayor, longitud 80 m, latitud 30 m, superficie 2.400 m^2 y Presupuesto de 210.288,00 pesetas
- El Mercado de Portugalete, longitud 83´60 m, latitud 23´50 m, superficie 1.964,60 m^2 y Presupuesto de 166.105,53 pesetas

El Proyecto se aprobó en sesión del Ayuntamiento del 18 de enero de 1878, siendo Alcalde Miguel Iscar. La documentación del proyecto está formada por un plano del mercado del Portugalete (fig. 1), memoria, pliego de condiciones y presupuestos de los tres mercados. Tanto en la memoria como en el pliego de condiciones se hace referencia al modelo de mercado: «Se establecen como tipo —Les Halles Centrales— o mercados centrales de la ciudad de Bayota (Francia) para resolver todas aquellas cuestiones de construcción que no se hallen previstas en los planos, presupuestos, pliegos de condiciones y demás documentos del contrato y que por su naturaleza puedan suscitar duda o ambigüedad su aplicación y admitan el paralelo» (AMVA Licencias de obra legajo 540, 1878).

En el periódico El Norte de Castilla del 20 de enero de 1878, en la página 3, aparece la siguiente noticia: «El Ayuntamiento tiene acordado la construcción de los mercados que se tienen proyectados en esta ciudad».

La subasta pública para la adjudicación de las obras se celebró y aprobó el 15 de julio de 1878 siendo adjudicadas las obras a los siguientes contratistas:

- Las obras del mercado del Val, al contratista D. Manuel Rojo, con una baja de un seis y medio por ciento del presupuesto.
- Las obras del mercado del Portugalete, al contratista D. Gregorio Adalia, con una baja de un dieciocho por ciento del presupuesto.
- Las obras del mercado del Campillo, al contratista D. Jacinto Peña, con una baja de un trece y medio por ciento del presupuesto.

PROYECTO DE MERCADO DE HIERRO

Valladolid 8 Enero 1878.

Figura 1
Plano del mercado del Portugalete (AMVA Licencias de obras legajo 540, 1878)

Los tres mercados se debían de empezar a construir al tiempo pero las obras del mercado del Val se retrasaron y surgieron diversos problemas durante su construcción ya que había dudas sobre su resistencia y estabilidad por lo que se emitieron diversos informes que nos sirven para analizar los sistemas de cálculo que se empleaban e, incluso, llegó a hacerse una prueba de carga. Posteriormente a principios del siglo XX se desmontó el cuerpo central, sin embargo este mercado es el único que se mantiene y que se rehabilitó en el año 1982 coincidiendo con el centenario de su inauguración. De la construcción de los otros dos mercados no existe tanta información.



Figura 2
Vista actual del mercado del Val

El 1 de agosto de 1979 se publicó en el Norte de Castilla: «la semana próxima se dará principio a la colocación del hierro en el mercado del Campillo de San Andrés y según nuestras noticias se espera a que quede terminado para la próxima Feria». Las obras del mercado del Portugalete ya se han iniciado y las obras del mercado del Val no empezaban por lo que el 2 de junio de 1880 se pide al contratista que justifique este retraso y que comience las obras.

Poco tiempo después de iniciadas las obras del mercado del Val surgieron los primeros problemas ya que se estimaba que el edificio se estaba construyendo fuera de alineación, y el 23 de agosto de 1880 el Ayuntamiento nombró una Comisión para comprobar si el mercado del Val se estaba construyendo fuera de línea. Posteriormente, se solicitó un informe a dos Arquitectos de la ciudad, Teodosio Torres y Jerónimo Ortiz de Urbina, para que comprobaran este extremo y la calidad de la construcción, pues empezaba a haber comentarios en la ciudad y a aparecer artículos en la prensa local sobre la falta de fiabilidad de la construcción que se estaba realizando.

El 20 de noviembre de 1880 presentaron su informe los Arquitectos señalando que: «acerca de su emplazamiento . . . el zócalo no se halla en línea recta por los lados mayores del rectángulo. Se desvían de la alineación por el lado Norte hasta unos nueve centímetros, en su punto máximo, y 16 centímetros por el lado Sur, siendo el mismo sentido, por lo cual conserva hasta cierto punto el paralelismo» y en cuanto a la calidad de la construcción emiten un informe algo vago, basándose en la información que se les ha facilitando, pero en el que le restan importancia a algunas desviaciones en la colación de las formas y pequeños defectos (AMVA Licencias de obras legajo 540, 1880).

El 20 de junio de 1881, y debido a que seguían las dudas sobre la calidad de la construcción del mercado del Val, se pidió a los mismos Arquitectos que ampliasen su informe.

El 4 de julio de 1881 presentaron una ampliación del anterior informe (AMVA Licencias de obras legajo 540, 1881) con un estudio mas pormenorizado sobre la obra ejecutada, del que se reproduce el resumen final que se centra en cinco apartados:

1º Que los documentos que se nos han facilitado, son tan incompletos que por ellos no puede deducirse si la obra ha sido ejecutada con arreglo al proyecto, presupuesto y pliego de condiciones que debieron regir en la subasta.

2º Que para apreciar la solidez de los cimientos y del terreno sobre que insisten es preciso descubrirles en una gran parte de su extensión, para lo cual se necesita hacer gastos de alguna importancia y estar autorizados los trabajos por el Excmo. Ayuntamiento y el Contratista.

3º Que el Proyecto contiene algunos defectos, como son el haber hecho las columnas sin base, las ménsulas de poco desarrollo, deben apoyarse además de los tornillos, en un estribo fijo á la columna, ó que los pares descansan directamente sobre las mismas.

4º Que la obra en general está mal ejecutada especialmente en las uniones, ensamblajes y empal-

mes de las grandes piezas. Que se ha empleado mayor cantidad de hierro que la necesaria lo cual en vez de dar mas consistencia a la construcción la perjudica por el exceso de peso, que viene á cargar en los puntos débiles.

5° y último. Que á nuestro entender, no bastan los principios de la Mecánica para apreciar la solidez del edificio, sino que es preciso también someterla a una prueba de carga.

El 19 de julio de 1881, tras la lectura del informe anterior, el Ayuntamiento acordó la suspensión inmediata de las obras del Mercado del Val y que se remitiera una copia del informe a la prensa local y que se diera traslado del informe al Arquitecto Municipal y el 23 de julio, Ayuntamiento decreta la suspensión de las obras.

El 4 de agosto, de ese mismo año, el Arquitecto Municipal J. Ruiz Sierra presentó un informe contestando al anterior y a otras críticas formuladas al proyecto, justificando el cálculo y diseño de la estructura del Mercado del Val y concluyendo: «Que a nuestro juicio, el mercado del Val llena las condiciones debidas de estabilidad, á pesar de observarse algunos defectos de ejecución que dejamos indicados y que debe obligarse al contratista á subsanar» y manifestando su conformidad con la realización de una prueba de carga.

El 11 de agosto de 1881, la comisión de Obras del Ayuntamiento propuso que el informe se publicase en los periódicos y que se nombrase a un Ingeniero para la realización de un tercer informe, por haber discrepancias entre los dos informes.

El 22 de agosto de 1881, el contratista de las obras, basándose en el informe del Arquitecto Municipal, presentó un recurso contra la suspensión de las obras. Se le contestó negativamente ya que se había acordado pedir un tercer informe y realizar una prueba de carga.

El 3 de noviembre de 1881, los Arquitectos Teodosio Torres y Jerónimo Ortiz de Urbina, presentaron la propuesta de prueba de carga para el mercado del Val que describen de la siguiente forma: «Con objeto de que la prueba de carga se transmita a todos estos puntos consideramos necesario y suficiente suspender del vértice del ángulo que forman los pares, un peso calculado de la manera siguiente. En una prueba de carga debe llegarse hasta que el hierro sufra un esfuerzo que esté próximo al límite de elasticidad; y tanto es así que muchos constructores ingleses y sobre todo las compañías de ferrocarriles, admiten para sus obras una carga permanente que difiere muy poco de este límite. El hierro que constituye el mercado alcanza según las pruebas hechas por el Arquitecto municipal como se desprende de su informe á diez y ocho kilogramos por milímetro cuadrado» «Proponemos que sea sometido a una carga que produzca en el tirante horizontal la tensión de 12 kilógramos por milímetro cuadrado, ó sea dos tercios de los que alcanza el límite de elasticidad en las varillas, para lo cual es preciso colgar de la cúspide de las formas un peso de 14.708 kilógramos» (AMVA Licencias de obras legajo 540, 1881).

El 8 de noviembre de 1881, el Arquitecto Municipal envió un escrito a la Comisión de Obras en la que muestra su desacuerdo con la prueba de carga propuesta y expone las razones técnicas por las que no cree conveniente su realización y propone que en vez de una carga puntual ésta sea uniforme en la extensión de un tramo con una carga de 10.000 kilogramos.

Debido a la divergencia de opiniones respecto al modo de realizar la prueba de carga el Ayuntamiento decidió nombrar al Arquitecto de Madrid Vicente Miranda para que realizase un tercer informe.

El 4 de diciembre de 1881, el Arquitecto Vicente Miranda propuso, a su vez, una prueba de carga diferente a las anteriores, ya que opinaba que la armadura del mercado del Val estaba soportando perfectamente su carga ordinaria y que la carga accidental mas importante que podría sufrir el edificio era la de una nevada por lo que propuso que se realizase la prueba de carga con una carga repartida de 40 kg/m^2.

Y, por fin, el 7 de enero de 1882 a las ocho de la mañana se realizó la prueba de carga estando presentes los miembros de la Comisión de Obras del Excmo. Ayuntamiento de Valladolid, El Arquitecto Municipal, el Contratista y otras varias personas. La forma elegida, al arbitrio, para la prueba fue la sexta del pabellón Oriental del Mercado. Para la realización de la prueba se comenzó por colocar «perpendículos» en cuatro puntos y medir la distancia hasta el pavimento de asfalto (tabla 1). Se colocaron cuatrocientos cuarenta sacos de arena, doscientos veinte sobre cada faldón ocupando en sentido de la longitud del edificio dos tramos s del mismo, dejando libre la linterna por la dificultad de subir los sacos a ésta, cada uno de los sacos pesaba 28 kilogramos. La ope-

	Milímetros			
	Inicial	Con carga	Con carga	descargada
	7 enero	7 enero	9 enero	11 enero
Perpendículo del vértice de la forma	0,350	0,346	0,343	0,348
Id. del centro del par Norte	0,572	0,566	0,564	0,570
Id. del id. Id. Sur	0,292	0,288	0,288	0,288
Id. del id. de una correa	0,120	0,118	0,117	0,119

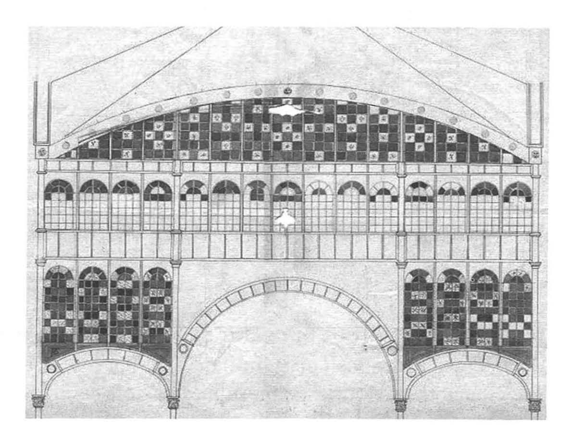
Tabla 1
Resultados de la prueba de carga

ración se realizó sin interrupción hasta la una de la tarde. Una vez terminada carga se procedió a medir las distancias de los «perpendículos» de la misma manera (tabla 1). Se volvió a medir el día siguiente, el 9 de enero de 1882 y el día 11 de enero se procedió a retirar la carga y se volvió a medir las distancias (tabla 1).

Y se dio por concluida la prueba de carga y demostrado que aunque, el edificio adoleciera de algún defecto de ejecución, era lo suficientemente resistente.

El 16 de diciembre de 1882 se firmó el acta de recepción provisional del Mercado del Val. El 31 de marzo de 1881 se había firmado el acta de recepción provisional del mercado del Portugalete (del mercado del Campillo no se ha localizado documentación al respecto).

Los problemas con el edificio del Mercado del Val siguieron y el 30 de enero de 1900 el Arquitecto Municipal Emilio Baeza Eguiluz presentó el «Proyecto de andamiaje para desmontar la cúpula central del Mercado del Val» (AMVA Licencias de obras caja 359–50, 1900). Después de subastada la obra, ésta se suspendió y se solicitó un informe, al respecto, que redactaron los Arquitecto Juan Agapito y Revilla y Emilio Baeza Eguiluz y que presentaron el 7 de febrero de 1902, en el que se pone de manifiesto la falta de mantenimiento de la estructura de hierro y se dice textualmente: «Ya se vá haciendo principio que las obras de hierro no pueden tener el carácter de permanencia que se creyó en su día, . . . es lo cierto que el material de por sí va perdiendo sus buenas condiciones porque los agentes exteriores, y entre estos principalmente los atmosféricos, le debilitan considerablemente ya por la humedad hasta del ambiente que hace se forme el vulgarmente llamado orín, óxidos y sales de hierros, que como quitan material y a sus expensas se forma, debilitan la sección resistente» y concluyen que es necesario el desmonte de la zona central y la reparación del resto del edificio. Posteriormente se desmontaría la zona central, llamada cúpula y se colocarían cuatro formas similares a las existentes para dar continuidad a las dos alas laterales (AMVA Licencias de obras caja 359–50, 1900).



TFigura 3
Alzado del cuerpo central demolido (AMVA Licencias de obras legajo 540)

El año 1981 se inició la rehabilitación del mercado del Val que concluyó en el año 1882. Años antes se habían demolido los otros dos mercados.

Análisis constructivo del Mercado del Val

El único edificio que permanece en pie y del que se puede analizar su estructura y construcción es el

La estructura está formada por diferentes clases de hierro, como se puede saber por el presupuesto, así como el volumen de kilogramos de hierro que se emplearon en su construcción. Según el presupuesto del proyecto, el hierro que se empleo en la obra fue el la tabla 2.

Listado de referencias

Agapito y Revilla, Juan. 1937. *Las calles de Valladolid, Nomenclátor* histórico (1937).

Virgil, María Antonia. 1979. *Desarrollo urbanístico y arquitectónico de Valladolid (1851–1936).*

El Norte de Castilla.

Archivo Municipal del Ayuntamiento de Valladolid (AMVA). Expedientes de obras.

nº orden	Cantidad	Unidad		Pesetas
24	21.000	Kilógramos	Fundición hierro en columnas a 0,55	11 550
25	11.500	Id.	Hierro Dulce en formas, a 0,90	10 350
26	16.000	Id.	Hierro Dulce en viguetería y arcos de toda clase, a 0,80	12.800
27	1.190	Id.	Hierro en chapa, a 1	1 190

Tabla 2
Presupuesto del Mercado del Val

Funcionamiento estructural de las armaduras de par y nudillo. Metodología de análisis

Angel L. Candelas Gutiérrez
Iñigo Ariza López

Hemos podido constatar el gran número de armaduras de pares que continuamente son desmontadas y a las que se les adjudica la imposibilidad de soportar las cargas que, por otra parte, vienen manteniendo desde hace siglos. A este hecho contribuyen diversos factores, entre los que se debe mencionar la escasa —por no decir nula— formación que reciben los arquitectos relativas al funcionamiento estructural de estos sistemas tradicionales y al propio comportamiento estructural de la madera; y, más recientemente, la actuación de los organismos de control técnico de proyectos, responsables en muchas ocasiones de la actitud «defensiva» de los arquitectos ante la más mínima duda. En este artículo se quiere esbozar una metodología de trabajo, que dará lugar a un desarrollo de mayor envergadura, en la que se conjugan los conocimientos y procedimientos utilizados en la carpintería tradicional con el análisis estructural contemporáneo, al objeto de dar una visión del comportamiento estructural y acercarnos al coeficiente de seguridad de las armaduras de pares construidas según las reglas de la carpintería de lo blanco.

Podremos observar como, en muchos casos, las armaduras están dimensionadas para soportar acciones muy superiores a las reales. A este respecto, téngase en cuenta la propia evolución de las armaduras que las fue llevando progresivamente —a partir del siglo XVII aproximadamente— a un mayor distanciamiento entre los pares, pero conservando para su dimensionado las mismas escuadrías con lo que, paradójicamente, se puede comprobar que las armaduras más antiguas, que siguen estrictamente el criterio de «a calle y cuerda», pueden presentar un mayor coeficiente de seguridad. En esta comunicación nos centraremos exclusivamente en la aproximación a tres aspectos. En primer lugar la definición de las características geométricas «canónicas» que formarán la base de datos del trabajo, en segundo lugar se presenta una introducción al análisis de los vínculos entre barras y, por último se aporta la comprobación estructural de dos armaduras reales, de tres y cinco paños, respectivamente. En la primera, para estudiar las alteraciones que impone la introducción de lacería. En la segunda, como modelo más complejo, para evaluar su índice de seguridad.

Configuración de las armaduras tradicionales de par y nudillo. Características geométricas

Como se podrá suponer, las armaduras de pares existentes en nuestro país presentan una variada casuística, sin embargo, la mayoría de ellas se ejecutaron siguiendo las «recetas» transmitidas oralmente dentro del gremio de los carpinteros, y que quedaron recogidas en los manuscritos de Diego López de Arenas (1619), Fray Andrés de San Miguel (h. 1640) y Rodrigo Álvarez (h. 1650?). Resumiremos muy brevemente dichas características, que son las que servirán para plantear el modelo geométrico base del análisis estructural. Por razones de espacio, debemos remitir

a los tratados y, en general, a la bibliografía de referencia para un mayor detalle o explicación sobre lo que se expone a continuación.

Inclinación de la cubierta

Para obtener la inclinación de los pares, y para muchas otras cuestiones, los carpinteros utilizaban cartabones cuyos ángulos obedecían, fundamentalmente, a divisiones de la semicircunferencia. Para las armaduras el más frecuente era el cartabón de 5 (36°), y más raramente los cartabones de 4 (45°), 4 y medio (40°) o 6 (30°).

Ubicación del nudillo

En general el nudillo se sitúa a una altura equivalente a 2/3 de la altura medida desde la base. Excepcionalmente, debido a determinadas imposiciones de la geometría del lazo, toma otras posiciones, en cualquier caso muy cercanas.

Separación entre conjuntos de pares y nudillo

La regla más habitual era utilizar separaciones iguales a dos veces el grueso de los maderos —*a calle y cuerda*—. Esta separación se cumple estrictamente en la mayoría de las armaduras ejecutadas hasta el siglo XVII, posteriormente se detecta un incremento llegando hasta separaciones equivalentes a 4 o 5 veces el grueso.

Determinación de la escuadría de pares y nudillos

El dato de partida en la construcción de una armadura era la definición del grueso de los maderos. De hecho, este grueso se convertía en el módulo o unidad de medida utilizado en toda la construcción. La forma canónica de obtener el grueso era la división del ancho de la estancia a cubrir por un número múltiplo de 9 y del número de peinazos transversales. Una vez determinado el grueso (g), la forma canónica de obtener el alto o canto de los maderos (h) depende exclusivamente de dicho grueso y del cartabón cuadrado, mediante una sencilla construcción geométrica que puede expresarse como

$$h = g\sqrt{2}$$

Con las anteriores definiciones se puede ya establecer una base de datos geométricos de partida que se puede considerar un conjunto muestral estadísticamente representativo de las armaduras existentes en nuestro país. Este conjunto queda

Escuadrías de pares en función de la luz y del número de peinazos transversales											
Luz a cubrir	Número de peinazos en almizate										
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
400	**11,1**	**8,9**	**7,4**	**6,3**	5,6	4,9	4,4	4,0	3,7	3,4	3,2
450	12,5	**10,0**	**8,3**	**7,1**	**6,3**	5,6	5,0	4,5	4,2	3,8	3,6
500	13,9	**11,1**	**9,3**	**7,9**	**6,9**	**6,2**	5,6	5,1	4,6	4,3	4,0
550	15,3	12,2	**10,2**	**8,7**	**7,6**	**6,8**	**6,1**	5,6	5,1	4,7	4,4
600	16,7	13,3	**11,1**	**9,5**	**8,3**	**7,4**	**6,7**	**6,1**	5,6	5,1	4,8
650	18,1	14,4	12,0	**10,3**	**9,0**	**8,0**	**7,2**	**6,6**	**6,0**	5,6	5,2
700	19,4	15,6	13,0	**11,1**	**9,7**	**8,6**	**7,8**	**7,1**	**6,5**	**6,0**	5,6
750	20,8	16,7	13,9	11,9	**10,4**	**9,3**	**8,3**	**7,6**	**6,9**	**6,4**	6,0
800	22,2	17,8	14,8	12,7	**11,1**	**9,9**	**8,9**	**8,1**	**7,4**	**6,8**	6,3
850	23,6	18,9	15,7	13,5	11,8	**10,5**	**9,4**	**8,6**	**7,9**	**7,3**	6,7
900	25,0	20,0	16,7	14,3	12,5	**11,1**	**10,0**	**9,1**	**8,3**	**7,7**	7,1

acotado mediante la combinación de los siguientes sucesos:

a) Inclinación de la cubierta: A = [30º, 36º, 40º, 45º]
b) Luz de la armadura: Se estudiarán luces entre 400 a 900 cm con intervalos de 50 cm.
c) Escuadrías: Se estudiarán armaduras construidas con maderos cuyo grueso es función del número de peinazos transversales en el almizate, considerándose desde 4 hasta 14 posibles peinazos. De todas las soluciones posibles, que quedan expresadas en la tabla adjunta, muchos valores no son válidos por quedar fuera del rango de uso habitual en las armaduras, serían los gruesos inferiores a 6 cm o superiores a 11,5 cm. En negrilla se indican los valores que consideramos posibles.
d) Separación entre pares: S = [2g, 3g, 4g, 5g]

La combinación de los anteriores sucesos da lugar a un total de 944 posibles combinaciones, que podrán serán calculadas para obtener así tanto tabulaciones de dimensionado, como para extraer las conclusiones correspondientes.

Análisis de vínculos. Simplificaciones estructurales

Quizá el principal problema a resolver en el desarrollo de un modelo para análisis estructural es la adecuación al funcionamiento real de la estructura de las simplificaciones que se efectúan en los vínculos entre barras.

La observación de la propia geometría del vínculo nos dará, en general, criterios suficientes para su idealización. Sin embargo, en algunas uniones se nos pueden plantear serias dudas sobre su funcionamiento. En estos casos, los síntomas de deterioro en los enlaces y las deformaciones de las cubiertas, se pueden utilizar como medios determinar los grados de libertad de los vínculos.

Utilizaremos para esta exposición un sistema cartesiano de ejes, en el que el eje «X» lo situamos en el plano del conjunto pares-nudillo, y puede quedar representado por la dirección de los tirantes, eje «Y» vertical, siendo el eje «Z» el que marca la dirección del estribo (fig. 1).

En el análisis de los grados de libertad de los vínculos se pueden distinguir dos tipos fundamentales de enlaces: aquellos cuya disposición constructiva

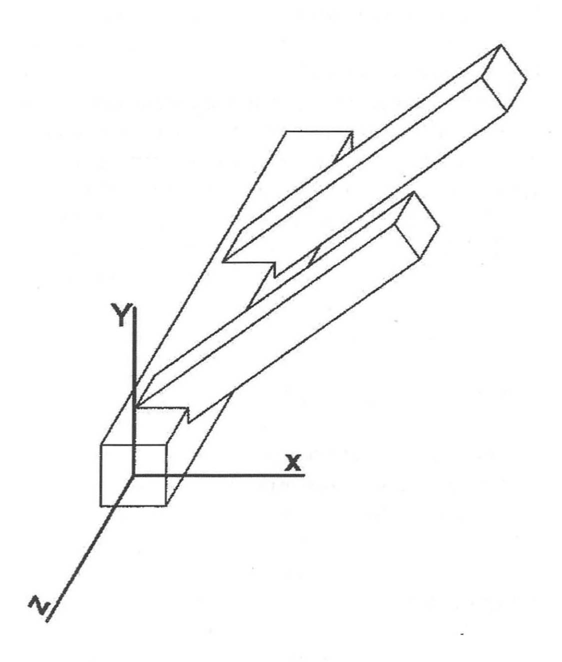


Figura 1

define el vínculo y es independiente del estado de carga, y aquellos que aúnan una disposición constructiva con un estado tensional, de forma que una modificación de éste provocaría la inoperancia de la disposición constructiva.

La incorporación en este artículo de las disposiciones constructivas comúnmente utilizadas ocuparía la limitada extensión por lo que, de nuevo, remitimos a la bibliografía de referencia (Nuere 2000; Candelas 2001).

Enlace del par con el estribo

La construcción del enlace no impide directamente ninguno de los posibles movimientos, en este caso es la conjunción de la geometría del enlace, con las cargas que va a sufrir lo que provoca la estabilidad del

conjunto. Entendemos que se impiden los movimientos según X, Y y Z: los movimientos X e Y se impiden por la oposición directa a ellos que provocan el conjunto de barbilla y patilla, siempre que las alfardas estén continuamente comprimidas. En el desarrollo del cálculo veremos cómo, ni en la hipótesis más desfavorable, la acción del viento provoca un estado de tracción en las alfardas.

Según Z tan sólo se opondría al movimiento el rozamiento entre par y estribo y los clavos, no siempre existentes, que atravesando la barbilla penetran en el estribo. En este caso hay que considerar elementos no directamente estructurales como es la tablazón, siempre existente, y los peinazos que solidarizan los pares contiguos, que dan solidaridad al conjunto. La acción que debe soportar la unión en esta dirección provendrán del viento o del sismo. No parece necesario efectuar una demostración numérica de la imposibilidad de movilizar la base de las alfardas. En el caso de armaduras sin limas, el viento tendría que provocar primero la traslación horizontal del hastial, en otros casos se provocaría antes el giro en la base, que el desplazamiento. El sismo introduciría en cada par una acción proporcional a la carga del mismo y, dado que el centro de gravedad de esta carga se sitúa muy por encima del punto de apoyo, es obvio que se provocaría antes el vuelco que la traslación.

No hay tampoco disposición constructiva que impida el giro del par en su encuentro con el estribo, ni se dan situaciones de carga que puedan impedir estos movimientos.

Enlace del tirante con el estribo

En este caso es la construcción del enlace y la posición de los elementos lo que impide las tres traslaciones. El diseño está efectivamente concebido para garantizar la imposibilidad de movimiento relativo según X. La muesca que habitualmente se produce en el tirante para encajar el estribo solidariza ambos elementos. En la dirección del estribo la inmovilidad queda garantizada por el rozamiento. La imposibilidad de movimiento en sentido vertical es evidente.

No hay disposición constructiva que impida el giro según OZ, sin embargo, para que éste se produzca sería necesario que el peso propio del tirante fuera capaz de generar un par de fuerzas con módulo superior a la compresión que los pares introducen en el estribo. En principio tomaremos como impedido este giro y efectuaremos la comprobación anterior con los datos de la estructura calculada. No existen acciones que puedan provocar giros según los ejes OZ u OY por lo que resulta indiferente la consideración que se tome para los mismos.

Por su parte, consideramos el estribo como una barra continua, con desplazamientos coaccionados exclusivamente en su unión con el tirante. Aunque en la mayoría de las armaduras el estribo descansa sobre la obra de fábrica, en realidad la disposición constructiva original es la ausencia de apoyo bajo este elemento.

Enlace de los pares con el nudillo

Existen diferentes formas de ejecutar este enlace. Nos centraremos en la más común, coincidente con la descrita en los tratados, y presente en la mayoría de las armaduras, que consiste en la formación de un rebaje en el par —garganta— y quijeras en el nudillo.

El enlace está claramente concebido para el funcionamiento del nudillo a compresión, de forma que la inexistencia de ésta provocaría el desmembramiento del enlace. Por tanto, la consideración de movimiento impedido en sentido X e Y sólo tiene validez en el caso de existencia permanente de compresión en el nudillo, en cualquier hipótesis de carga. La traslación en dirección perpendicular al plano de pares-nudillo, o sea según Z, queda impedida por efecto de las quijeras. En el caso de almizates sin peinazos, no existe carga que pueda movilizar movimientos según Z, y ello puede hacer innecesaria la presencia de quijeras, como ocurre en armaduras secundarias sin peinazos en el almizate.

La disposición constructiva no impide el giro en este enlace, dado que, aunque se produce un acoplamiento teóricamente perfecto, las diferencias de escuadrías, y las holguras siempre existentes, permitirán un cierto giro que, aunque mínimo, es suficiente para disipar un posible momento flector.

Enlace entre pares

El sistema de unión, que se basa en la presión entre las caras verticales de los pares y la clavazón, a tra-

vés de la hilera, no es suficiente para impedir el giro de los pares. Supondré, pues, este enlace, como una articulación, con posibilidad de giro de cada alfarda y capacidad de traslación del conjunto en las tres direcciones.

Enlaces entre peinazos, y pares o nudillos

En general estos enlaces se ejecutan con la introducción de una espiga del peinazo en el hueco practicado al efecto en el elemento a enlazar. Este enlace provoca la imposibilidad de movimiento en cualquiera de los ejes, manteniéndose esta unión en sentido vertical y normal al peinazo para cualquier estado de cargas, sin embargo no será capaz de absorber tracciones. En general, este sistema de ejecución no permite considerar la coacción de giros. Ahora bien, en armaduras con lazo se introduce una gran profusión de elementos como halibas, prismas triangulares o taujeles en general, que rigidizan el enlace, y dificultan la interpretación de su funcionamiento estructural. El análisis de estas circunstancias podría dar lugar a un importante apartado dentro del trabajo general.

PROPIEDADES DEL MATERIAL, ACCIONES CONSIDERADAS Y MÉTODO DE ANÁLISIS

Es conocido que la madera no pierde de forma significativa sus características resistentes por efectos del paso del tiempo (Rubio de hita 1997), (Argüelles y Arriaga 2000), siempre que se trate de madera sana. Ello nos permite utilizar los conceptos de la normativa actual para caracterizar el comportamiento resistente. Las clases resistentes de madera (UNE EN-338) constituyen una eficaz herramienta pudiendo adscribir la madera a las clases de coníferas C18 a C24. Las acciones a considerar se obtienen a partir de la NBE-AE-88 y el análisis se efectúa de acuerdo cono lo dispuesto en el Eurocódigo 5 y en el desarrollo que de él se hace en la norma no publicada NBE-EM.

ESTUDIO DE DOS ARMADURAS EXISTENTES

En el estudio que se pretende llevar a cabo se introducirá el análisis de estructuras existentes para utilizarlas como contraste a los datos que se derivan de las construcciones hipotéticamente canónicas. En estas estructuras se tendrá en cuenta la configuración estructural real con las alteraciones que supone la existencia de lazo y a cuya aproximación obedecen los ejemplos presentados a continuación. Se trata de dos modelos que se pueden considerar arquetípicos de un gran conjunto de armaduras: la armadura del Convento de San Juan Bautista de Villalba del Alcor y la armadura del presbiterio de la Iglesia de San Francisco de Ayamonte.

La iglesia del convento de Villlalba es de nave única y en ella encontramos una armadura de tres paños, con una luz de 7,10 metros, siendo de cinco el cartabón de armadura. Efectuaremos el análisis estructural de un módulo de armadura coincidente con la zona de lacería, conformado por un total de ocho pares de alfardas, existiendo en el primero y en el último sendos tirantes.

En la iglesia de San Francisco de Ayamonte se estudia la armadura ochavada del presbiterio de base rectangular y con desarrollo de cinco paños, Es un tipo menos utilizado, pero representativo de la variedad tipológica que puede alcanzar el sistema. En el texto (Candelas, 2001) se puede consultar la descripción detallada de ambas armaduras.

Armadura de la Iglesia del Convento de Villalba

En la figura 2 se visualiza la geometría del módulo de estructura analizado, a la que se ha añadido la de-

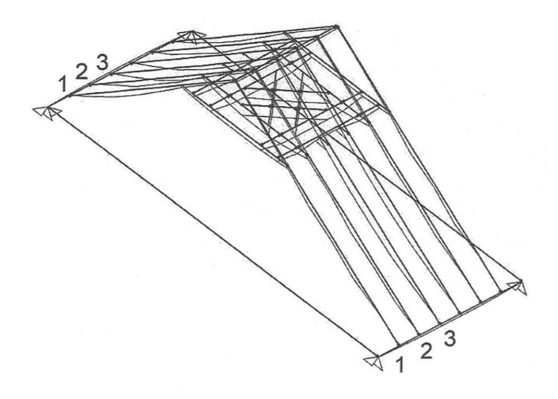
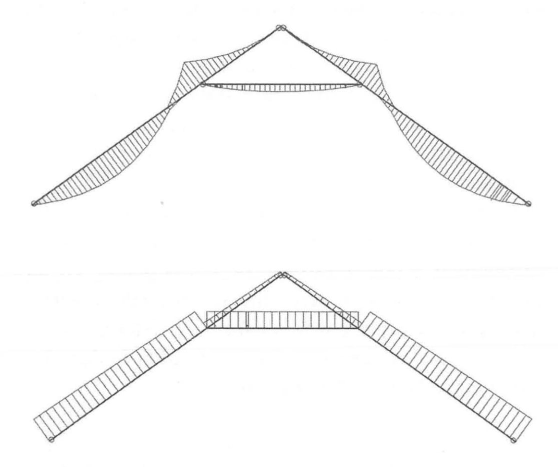


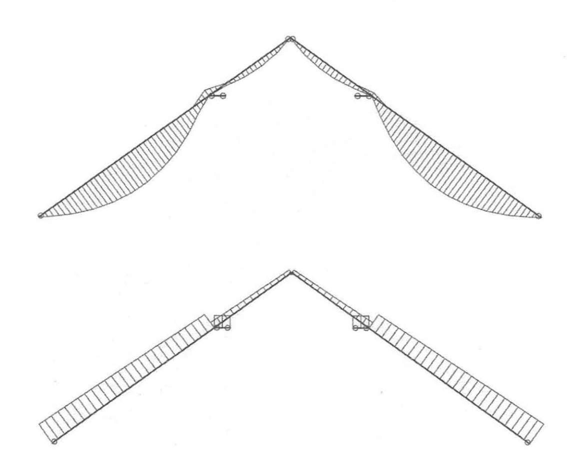
Figura 2

formada de las barras. Cabe señalar que los desplazamientos obtenidos son mínimos, inferiores a 5 mm en el punto de mayor desplazamiento.

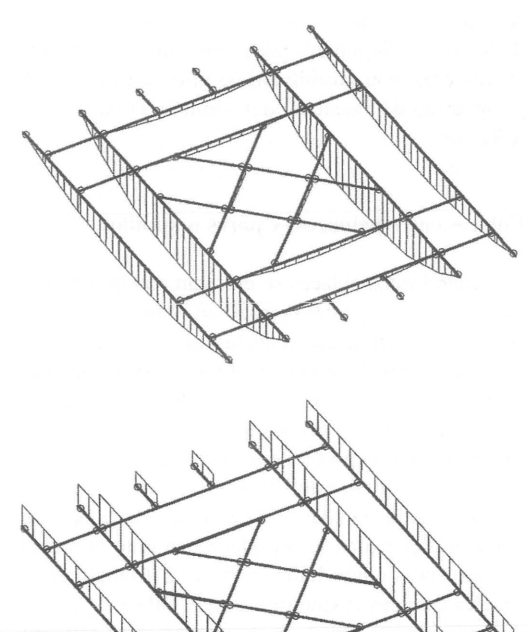
En las siguientes figuras podemos visualizar las gráficas de momentos flectores y axiles que solicitan a los elementos del módulo analizado. Se representan las solicitaciones en un conjunto de par-nudillo completo (figs. 3 y 4), las que se producen en un plano donde el almizate queda interrumpido por el lazo (figs. 5 y 6) y las del almizate (figs. 7 y 8).



Figuras 3 y 4



Figuras 5 y 6



Figuras 7 y 8

Para analizar las solicitaciones se pueden considerar tres secciones significativas, en las que se producen la solicitaciones más desfavorables, éstas son:

Sección 1: Sección con mayor solicitación en el par, entre su base y el encuentro con el nudillo.

Sección 2: Sección en el par, en el punto de encuentro con el nudillo.

Sección 3: Sección del nudillo con mayor solicitación.

En la tabla siguiente se evalúa el índice de seguridad de estas secciones, entendido como la relación entre la tensión resultante y la admisible por el material, considerando clase resistente C18. Los planos 1, 2 y 3 son los marcados en la figura 2.

Plano nº	Sección	Ic	If	Ifc
1	1 (par)	0,19	0,23	0,42
1	2 (par)	0,15	0,23	0,38
1	3 (nud,)	0,20	0,22	0,41
2	1 (par)	0,17	0,05	0,22
2	2 (par)	0,14	0,07	0,21
2	3 (nud,)	0,36	0,49	**0,85**
3	1 (par)	0,15	0,31	0,45
3	2 (par)	0,13	0,18	0,31

Como se puede observar encontramos índices de seguridad elevados, que se incrementarían si utilizáramos clases resistentes superiores, más cercanas quizá a la realidad. Se debe destacar, entre otras cuestiones, por una parte, el incremento de tensiones en el plano 2, adyacente a la zona de lazo al tener que soportar las consecuencias de la desaparición de los nudillos y, por otra parte, la gran similitud entre los índices de seguridad del par y del nudillo.

Armadura de la Iglesia de San Francisco (Ayamonte)

En la figura 9 se puede observar la discretización de la estructura, una cúpula facetada de cinco paños sobre base ochavada, con unas dimensiones en planta de unos 9,00 m. de ancho por 11,30 de largo.

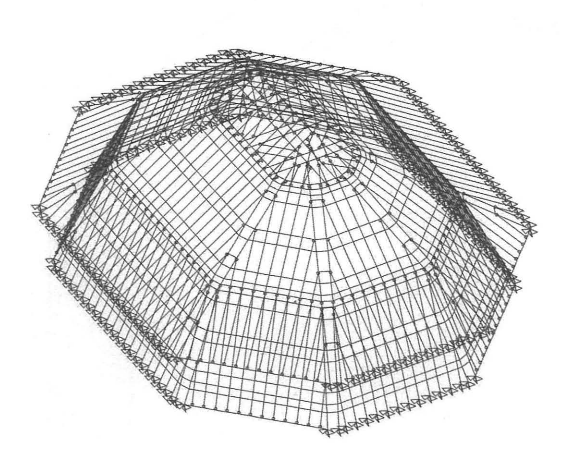
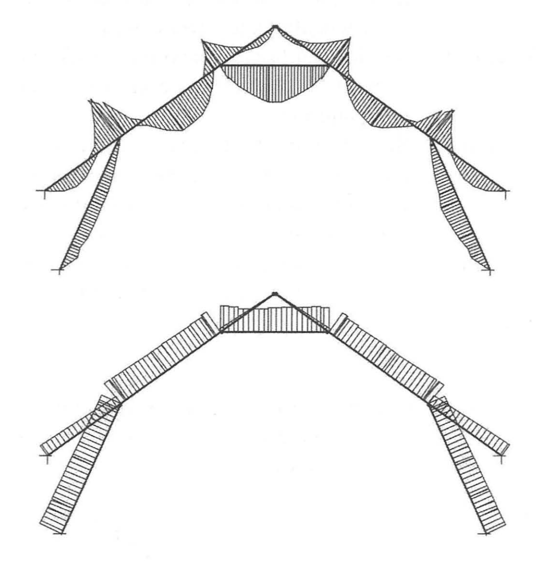
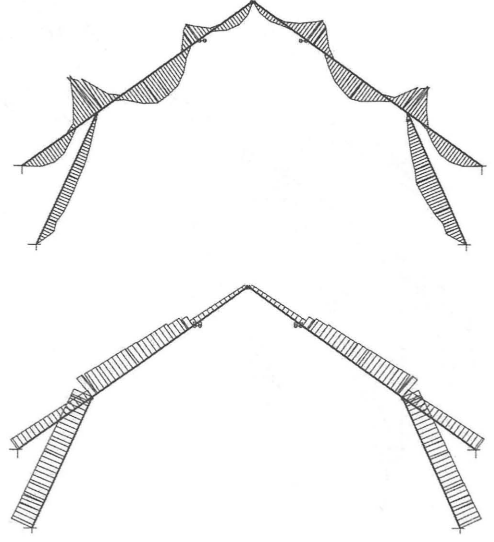


Figura 9

En esta estructura se da una gran variedad de situaciones de solicitaciones a los elementos. Hemos escogido para su presentación las que consideramos más representativas y que corresponden a un plano en cuyo almizate existe nudillo (figs, 10 y 11) y otro en zona con lazo donde el nudillo ha desaparecido (figs. 12 y 13).



Figuras 10 y 11



Figuras 12 y 13

En esta armadura se ha efectuado la comprobación para cada plano de las siguientes secciones, cuya posición se presenta en la figura 14.

Sección 1: Sección con mayor solicitación en pares del paño inferior
Sección 2: Sección con mayor solicitación en el pares del paño intermedio, entre el estribo y el encuentro con el paño inferior.
Sección 3: Sección del par del paño intermedio en el punto de encuentro con el par del paño inferior.
Sección 4: Sección con mayor solicitación en el par correspondiente al paño intermedio, entre el encuentro con el quinto paño y con el nudillo.
Sección 5: Sección del par del paño intermedio en el punto de encuentro con el nudillo.
Sección 6: Sección con mayor solicitación en el nudillo.

Se hace inviable, en este caso, la presentación de los índices de seguridad, que quedarán para su exposición en el congreso, aunque sí nos permitimos adjuntar las conclusiones que pueden extraerse de su análisis.

Conclusiones

De las distintas apreciaciones que se pueden extraer del análisis de ambas armaduras nos ha parecido oportuno resaltar las que se exponen a continuación, si bien deben entenderse como provisionales, pues deberán confirmarse o matizarse a partir del análisis del espacio muestral antes establecido.

Relación entre tensiones en pares y nudillo

Se observa una cierta uniformidad de tensiones en ambos elementos en el caso de la armadura simple de tres paños. La escuadría del nudillo que se obtiene mediante la aplicación de una regla geométrica tendente a hacer coincidir los vértices del cornezuelo con la cara superior del par, resulta ser la sección ne-

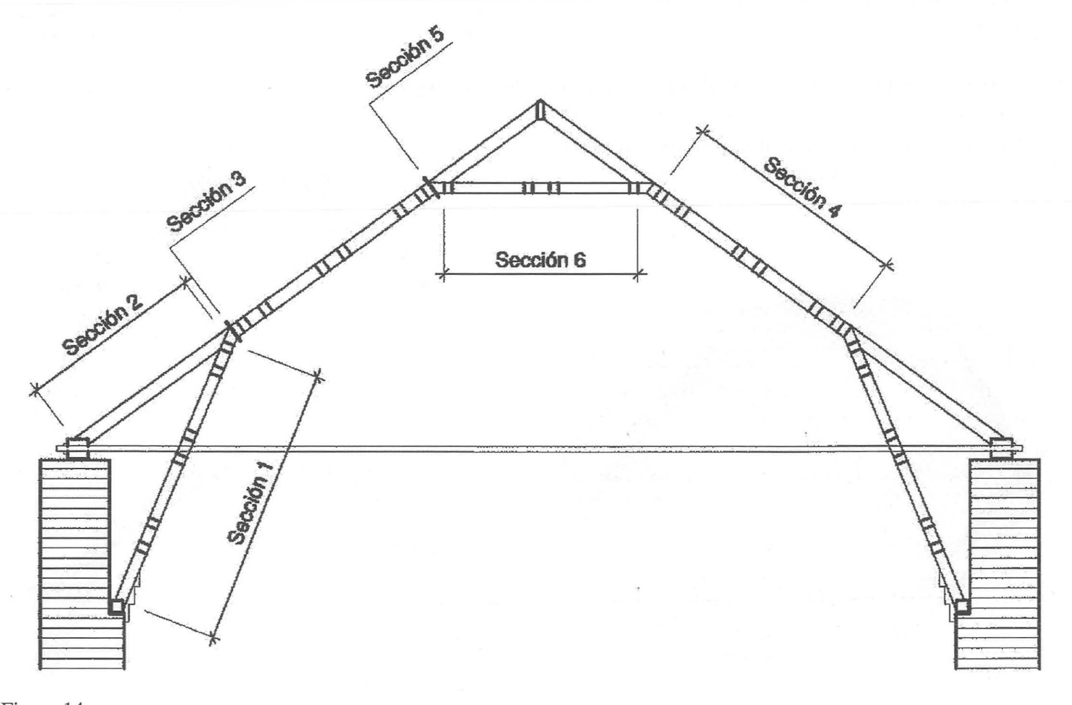


Figura 14

cesaria para que tanto el nudillo como el par trabajen a tensiones máximas aproximadamente similares. El valor que queda fuera de esta uniformidad, correspondiente al nudillo del plano número 2, se debe a que este elemento debe absorber la compresión inducida por el par adyacente cuyo nudillo ha desaparecido, por lo que no es representativo del comportamiento genérico del sistema. En la armadura de cinco paños, sin embargo, se aprecia una menor uniformidad tensional, destacando la sección central del tercer paño con un índice muy superior al existente en el resto de los elementos.

Relación entre tensiones producidas por axil y por momento

En la armadura de Villalba, observando por separado los índices a lo largo de las piezas y en la unión parnudillo, se comprueba que el esfuerzo axil y el momento flector contribuyen de forma relativamente similar al estado tensional final de la pieza; lo mismo sucede en el nudillo de la armadura de cinco paños. En la armadura de cinco paños, se produce en el par del tercer paño una significativa mayor influencia de la compresión que del flector, coincidiendo prácticamente en el nudillo ambos índices.

Aprovechamiento del material

En la armadura de tres paños la tensión máxima la encontramos en el nudillo del plano número 2, por la misma causa señalada anteriormente: la ausencia de nudillos en los planos adyacentes. Salvo en este elemento, se aprecia que las tensiones están muy por debajo de la tensión admisible del material. En la armadura de cinco paños se aprecian índices de aprovechamiento en general por debajo del valor 0,5, salvo en la zona de mayor solicitación del par del tercer paño, donde incluso se supera la tensión admisible de la hipotética madera.

Influencia de los trazados de lazo

La disposición constructiva de los trazados de lazo, en armaduras apeinazadas, modifica sustancialmente los valores de las solicitaciones en los elementos. Se comprueba que los elementos adyacentes a las zonas con lazo son los que presentan mayores solicitaciones, y dado que en una armadura se utiliza siempre la misma escuadría con independencia de la posición de la lacería, se desprende la existencia de un menor índice de seguridad de estos elementos.

Para una actuación de rehabilitación se hace imprescindible, por tanto, analizar las alteraciones que el lazo introduce en el sistema estructural (Candelas 2001, 108), siendo muy probable que, aun en el caso de ciertos deterioros en los elementos, sólo sea necesario recurrir al refuerzo de dicha zona.

LISTA DE REFERENCIAS

Álvarez, Rodrigo. 16??. *Breve compendio de la carpintería y tratado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la Iometría y puntas del compás.* Salamanca. Manuscrito nº 557 de la biblioteca de la fundación Lázaro Galdeano de Madrid. (Facsímil en la tesis doctoral del autor.)

Arqüelles Alvarez, F. y R. Arriaga Martitegui. 2000. *Estructuras de madera: diseño y cálculo.* Madrid: AITIM.

Candelas Gutiérrez, A. L. 2001. *Carpintería de lo blanco onubense.* Huelva: Diputación Provincial.

Nuere Matauco, E. 2000. *La carpintería de armar española.* Madrid: Munilla-Lería.

Nuere Matauco, E. 2001. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco y la verdadera historia de Enrique Garavato.* Madrid: Munilla-Lería.

López de Arenas, Diego. [1619] 1966. *Primera y segunda parte de las reglas de carpintería, fecho por Diego López de Arenas en este año de MDCXVIII,.* Edición facsímil del primer manuscrito con introducción y glosario técnico por Manuel Gómez Moreno. Madrid: Instituto de Valencia de Don Juan.

Rubio de Hita, P. 1997. Evaluación del estado de la madera mediante la técnica de ultrasonidos. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.

Segura de la Alcuña, Andrés. (Fray Andrés de San Miguel) ca. 1640. Manuscrito sin título.

UNE-EN 338. 1995. *Madera estructural. Clases resistentes.*

UNE-ENV 1995–1–1.1997. *Eurocódigo 5: proyecto de estructuras de madera. Parte 1–1: reglas generales y reglas para edificación.*

UNE-EN 1912. 1999. *Madera estructural. Clases resistentes. Asignación de especies y calidad visuales.*

El peinazo: un modesto compendio de relaciones geométricas

Angel L. Candelas Gutiérrez

La obediencia ciega a un determinado conjunto de reglas puede desembocar, en el campo de la creación, a la obtención de una producción estereotipada, sin posibilidad de progreso alguno y, consecuentemente, carente de interés. Sin embargo, el gremio de los carpinteros de lo blanco en la Edad Media trabajaba de acuerdo con unos procedimientos transmitidos oralmente y seguidos fielmente pero a la vez tuvieron la capacidad —y la inteligencia— de crear formaciones originales y complejas en las armaduras de cubierta y otros elementos arquitectónicos. La observancia de estas reglas es la que nos permite, en estos momentos, recomponer antiguas armaduras a partir de mínimos indicios. En este artículo me quiero referir al que, según creo, podría ser el mínimo fragmento a partir del que se pueden obtener, como veremos, los datos de prácticamente toda una construcción desaparecida.

El elemento al que me refiero es ciertamente modesto en sus dimensiones y en su posición, pues no deja de ser un elemento secundario en una armadura. Me refiero al peinazo, un paralelepípedo —obviamente de madera—, de no más de dos decímetros de longitud. Veremos cómo en este mínimo fragmento se encuentra todo un compendio de la geometría utilizada en la construcción a la que pertenece, pues nos permitirá deducir con exactitud los valores de las escuadrías de los pares y de los nudillos de la estructura, la separación entre los pares y la inclinación de éstos. Y, de una forma aproximada, deducir la longitud de cada uno de los elementos.

Es poco probable que los carpinteros de lo blanco llegaran a darse cuenta de la potencia de este elemento, pues nada de ello se nombra en los tratados y, por otra parte, de poca utilidad les serviría, dado que no era su problema la recuperación de lo que estaban haciendo.

Para una completa comprensión del presente artículo haría falta explicar las reglas utilizadas por los carpinteros, cuestión que estimo queda fuera del alcance de este trabajo y que el lector interesado puede, en cualquier caso, estudiar en la bibliografía especifica que se cita. Me limitaré, por tanto, a la exposición sucinta de aquellas reglas que utilizo para demostrar el compendio citado. Empezaré por presentar al protagonista —el Peinazo. Nuere (2000, 352) lo define como «madero que se ensambla a otro para formar una trama determinada, ya sea una puerta o una ventana». Otros autores introducen en su definición la acepción de madero transversal: «tabla que se inserta en las calles» (Gómez Moreno 1966) o «listón que atraviesa entre los largueros» (García Salinero 1968). En el caso específico de una armadura se puede definir el peinazo como el madero situado entre los pares, nudillos o limas, colocado perpendicularmente a éstos, ocupando la calle. Se debe mencionar que las armaduras más simples pueden construirse con ausencia de peinazos, pero no es lo habitual y, por otra parte, cualquier armadura con lazo, por mínimo que sea éste, precisa la existencia de peinazos como elemento generador de la trama perpendicular a los pares y nudillos.

Es posible acotar la validez temporal de lo que se expone en este artículo. Para ello, debemos saber que los carpinteros durante la Edad Media utilizaban estrictamente la mayoría de las reglas que hoy conocemos y que, a partir de finales del XVI se detecta una mayor relajación. Así lo señala el propio López de Arenas en la introducción de su manuscrito (López de Arenas 1619). Y así se comprueba en el estudio comparado de las armaduras existentes en nuestro país.

Quizá la regla que más pronto tiende a no utilizarse es la que define la separación canónica entre los maderos —pares o nudillos. Es la regla de «a calle y cuerda», los maderos dejan entre ellos una separación —la calle— equivalente a dos gruesos de madero. Conocido esto, se puede presumir, aunque siempre con ciertas precauciones, que en una armadura construida a calle y cuerda —y más si es anterior al XVI, se habrán utilizado de forma precisa las reglas establecidas, y serían válidas las deducciones que se expresan en este artículo.

Con estos breves antecedentes paso a describir los datos que encontramos en el modesto peinazo. Utilizaré para ello un ejemplo. Supongamos que hemos encontrado en un antiguo palacio un madero de 9,2 x 10,5 x 18,5 cm, y que en sus extremos observamos las espigas características que nos permiten saber que se trata, efectivamente, de un peinazo. Podría ser algo similar al construido por Nuere (figs. 1 y 2).[1]

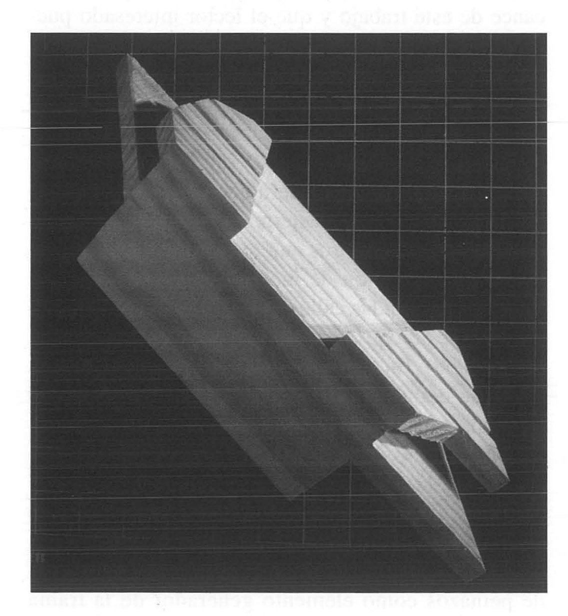


Figura 1

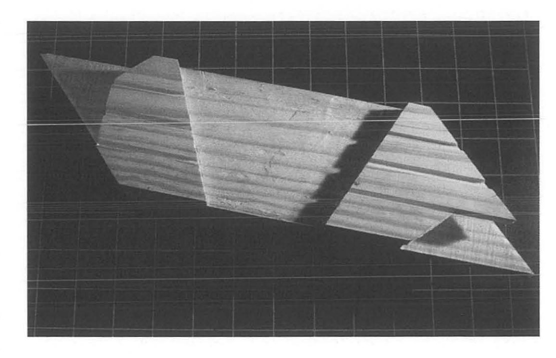


Figura 2

GRUESO DE LOS MADEROS. SEPARACIÓN ENTRE CONJUNTOS DE PARES Y NUDILLOS

Comenté antes que los peinazos se utilizan como elemento formalizador de la trama de lazo y por tanto su grueso tiene que ser el mismo que el de los demás elementos, pares y nudillos, pues de otro modo se haría inviable la formación de cualquier trazado regular. En el caso de las armaduras sin lazo se comprueba que los peinazos, cintas y cualquier otro elemento auxiliar tienen el mismo grueso que los maderos de la estructura principal. Éste es un hecho constatable y lógico por otra parte, pues no conviene olvidar que la unidad de medida que se utilizaba en la construcción de armaduras es el propio grueso de los maderos y no la vara castellana o cualquier otro sistema establecido externo a la propia obra.

El grueso de todos los elementos será pues de 9,2 cm, el de nuestro peinazo. La separación entre conjuntos de pares y nudillos será, obviamente, la longitud de nuestro peinazo. Como vemos, en este caso, la longitud —18,5 cm— es el doble del grueso. Estamos, por tanto, ante una armadura construida según el criterio estricto de «a calle y cuerda», lo que nos permite avanzar con mayor seguridad en el resto de las deducciones.

Alto del par y del nudillo

Para esta deducción se precisa recordar que los carpinteros podían construir sus armaduras con el uso exclusivo de los cartabones y ello, tanto en las armaduras más simples como en los trazados de lazo más complejos. López de Arenas define de esta forma el procedimiento para obtener el alto del par: «Alto de las alfardas y pendolas es todo uno sale su alto echando cola del quadrado por el grueso del par y aquel es su alto» (López de Arenas 1619, h. 6).

Esta regla se puede expresar como h = Gv?2 ,donde: G es el grueso de la alfarda —igual al grueso del nudillo. Y gráficamente con la simple construcción de la figura adjunta (fig. 3):

Aplicando lo anterior, obtenemos que el alto del par sería en nuestro caso de unos 13 cm. Como vemos, el alto de nuestro peinazo es inferior y ello nos lleva a deducir que debe ser un peinazo del almizate ya que estos peinazos se construyen con maderos de igual grueso que los propios nudillos —o bien se utilizan taujeles de mucho menos espesor, que no es el caso. Admitiendo que el alto del peinazo es igual al del nudillo, ya tenemos la escuadría de éste— la misma que el peinazo —como es habitual—, y a partir de aquí podremos obtener la inclinación de la armadura.

Inclinación de la armadura

Para obtener la inclinación de los pares, es decir, la pendiente de la cubierta, revisemos la construcción que describe López de Arenas para determinar el alto del nudillo:

> Alto del nudillo de cualquier armadura
> El alto del nudillo es echando cabesa de quadrado en la tabla del alfarda y asesles dos colas de armadura y lo que ai de la una a la otra es el alto del nudillo y es infalible este su alto. (López de Arenas 1619, h4)

En realidad, el alto del nudillo viene determinado por un criterio formal. El carpintero quiere provocar un vértice en el nudillo, en su encuentro con la cara superior del par. La regla general para determinar esta dimensión aparece descrita de forma similar por los tres tratadistas, trazando en el grueso del madero la cola del cartabón de armadura, que gráficamente represento en la figura 4.

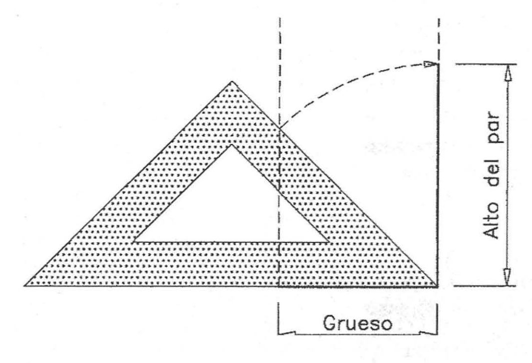


Figura 4

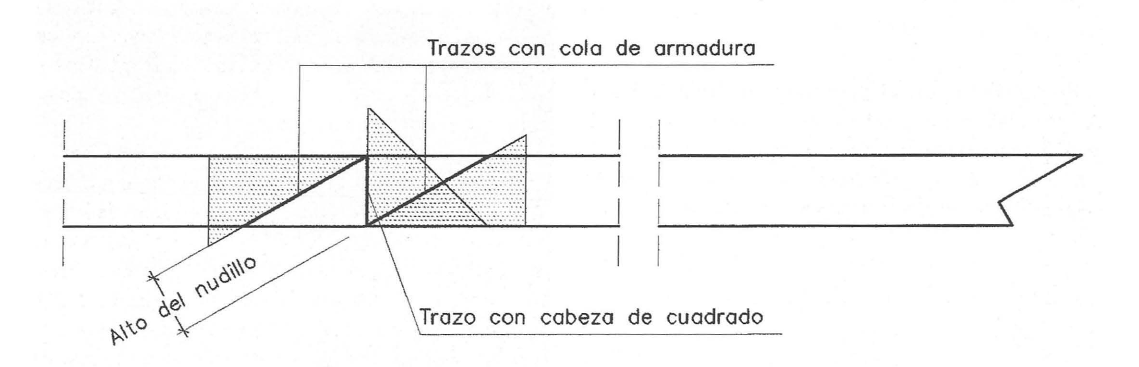


Figura 3

La afortunada ocurrencia de los carpinteros al relacionar el alto del nudillo con el cartabón de armadura es lo que nos va a permitir deducir la inclinación de la armadura, conocida la escuadría del nudillo, pues la relación es unívoca. Bastaría con la construcción geométrica, aunque la relación matemática es bien simple:

$$h_{nud} = h_{par} \text{ x } \cos \alpha$$

siendo h_n el alto del nudillo y ? /el ángulo entre cola y base del cartabón de armadura. Y se puede expresar el alto del nudillo en función de su propio grueso:

$$h_{nud} = G_n \text{ x } 2 \text{ x } \cos \alpha$$

En la figura 5 efectúo la también sencilla construcción geométrica que nos proporciona la inclinación de la armadura, un amante de la exactitud aplicando la anterior formula deduciría que este ángulo sería, en nuestro caso, de 36,2º.

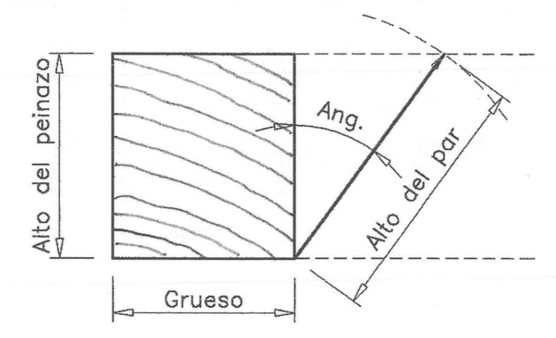


Figura 5

En realidad, la armadura se habrá construido con uno de los cartabones utilizados por los carpinteros que responden, en esencia, a divisiones exactas de la circunferencia. En este caso, estaríamos ante el más utilizado, el cartabón de 5, cuya cola tiene un ángulo de 36º.

Ancho del almizate y luz salvada por la armadura

La deducciones anteriores se pueden considerar inequívocas; sin embargo, en la determinación del ancho del almizate y la luz salvada por la armadura intervienen un mayor número de factores, pero, aun así, se pueden establecer algunas hipótesis que como veremos acotarán a un reducido rango las posibles soluciones. También aquí tenemos que recurrir a las reglas utilizadas canónicamente por los carpinteros, pues no olvidemos que estamos en ese supuesto.

Como antes indiqué el carpintero utilizaba el grueso del madero como unidad de medida. Este grueso podía ser, evidentemente, el grueso «comercial» que más conveniente le pareciera al carpintero para una obra concreta. Sin embargo, en las armaduras con lazo no tenía esa libertad. La necesidad de generar una trama regular en el almizate unido a la regla fielmente seguida de utilizar como ancho del almizate un tercio de la luz a cubrir, lleva a la necesidad de escuadrar los maderos con un grueso específico para cada obra concreta. Este grueso es el que se convertirá en unidad de medida. El grueso va a depender, en parte, de la trama de lazo que el carpintero quiera introducir en el almizate. Por ejemplo, en la fotografía adjunta (fig. 6) el carpintero necesita 6 cuerdas para desarrollar el trazado de cuartos de ruedas de ocho en los vértices del almizate.

Pero la libertad del carpintero no es completa, tiene que conjugar el dibujo a efectuar con el ancho de la nave, con una escuadría capaz de funcionar estruc-

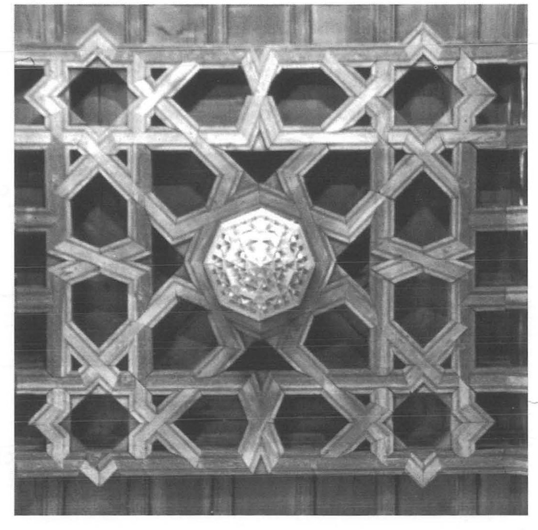


Figura 6

turalmente y con los maderos que habitualmente se utilizan.

La utilización del criterio de «a calle y cuerda», conjuntamente con la definición para el ancho del almizate de un tercio de la luz lleva a que el grueso debe responder a la expresión:

$$G = L / (9 \text{ x } N)$$

donde N es el número de peinazos que quiere introducir en el almizate y L es la luz o ancho de la nave. En nuestro caso tendríamos las siguientes posibilidades:

Número de peinazos	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Luz a cubrir (cm)	166	248	331	414	497	580	662	745	828

De estas dimensiones algunas pueden desecharse, raramente se utilizan armaduras en luces inferiores a los 4 metros y, por otra parte, son muy extrañas las figuras que pueden obtenerse con números impares de peinazos. Esto nos lleva a deducir que la sala donde estuviera ubicada esta armadura podría tener dimensiones cercanas a 497 cm, 662 cm, o raramente —pues habría necesitado una escuadría mayor por cuestiones estructurales— 828 cm.

Si el hipotético palacio donde encontramos el peinazo de nuestra historia tuviera diversas salas de distintas dimensiones podríamos, con suficiente seguridad, determinar a que sala pertenecía. Es evidente que, en este caso, he utilizado unas dimensiones del peinazo que me permitían desarrollar pedagógicamente el objeto de este articulo que es precisamente evidenciar la potencia de las reglas utilizadas y resaltar la importancia —casi mágica— de las relaciones geométricas que se encierran en un simple paralelepípedo.

Un caso real se puede consultar en el texto (Candelas 2001), donde a partir de un mínimo fragmento reconstruyo un almizate completo y, evidentemente, en los textos de E. Nuere (Nuere 1985; Nuere 2000) en la recuperación de armaduras completas, utilizando los cartabones de lazo.

NOTAS

1. Agradezco a Enrique Nuere que haya tenido la amabilidad de fabricar un peinazo igual al que describo, y que ya deja de ser hipotético.

LISTA DE REFERENCIAS

Álvarez, Rodrigo. 16??. *Breve compendio de la carpintería y tratado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la Iometría y puntas del compás.* Salamanca. Manuscrito nº 557 de la biblioteca de la fundación Lázaro Galdeano de Madrid. Facsímil en la Tesis Doctoral del autor.

Candelas Gutiérrez, A. L. 2001. *Carpintería de lo blanco onubense*. Huelva: Diputación Provincial.

García Salinero, F. 1968. *Léxico de Alarifes de los Siglos de Oro.* Madrid: Real Academia Española, Fundación Conde de Cartagena.

Gómez Moreno, M. 1966. Introducción y glosario técnico. En la *Primera y segunda parte de las reglas de carpintería hecho por D. López de Arenas en este año de 1618.* Edición facsímil en Madrid: Instituto de Valencia de Don Juan.

Nuere Matauco, E. 1985. *La carpintería de lo blanco. Lectura dibujada del primer manuscrito de López de Arenas*. Madrid: Ministerio de Cultura.

Nuere Matauco, E. 2000. *La carpintería de armar española.* Madrid: Munilla-Lería.

Nuere Matauco, E. 2001. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco y la verdadera historia de Enrique Garavato.* Madrid: Munilla-Lería.

López De Arenas, Diego. [1619] 1966. *Primera y segunda parte de las reglas de carpintería, fecho por Diego López de Arenas en este año de 1618.* Edición facsímil del primer manuscrito con introducción y glosario técnico por Manuel Gómez Moreno. Madrid: Instituto de Valencia de Don Juan.

Segura de la Alcuña, Andrés (Fray Andrés de San Miguel). h. 1640. *Manuscrito sin título.*

Técnicas tradicionales de construcción en Lanzarote

Javier de Cárdenas y Chávarri
Luis Maldonado Ramos
Ignacio Javier Gil Crespo

Esta comunicación es fruto del curso «Arquitectura popular de la isla de Lanzarote» impartido en julio de 2003 dentro de los VIII Cursos Universitarios de Verano en Lanzarote que dirige el Prof. Dr. Francisco González de Posada y coordina la Prof. Dra. Dominga Trujillo. Uno de los objetivos del curso, en el que participaron 14 alumnos, era la difusión de las experiencias y las conclusiones obtenidas. En los trabajos de campo se analizaron y documentaron 4 viviendas. Durante el verano de 2004 se ha completado este trabajo estudiando y fotografiando 42 edificios en 19 pueblos repartidos por los 7 municipios de la isla, entre los cuales se ha hecho el levantamiento de 10 viviendas y 2 aljibes (fig. 1).

Condicionantes naturales

El medio físico

De las diversas teorías científicas que explican la formación de las Islas Canarias se perfila como más verosímil la que trata de la tectónica global de placas.[1] Según esta teoría, se levantaron desde el fondo marino por la presión entre las placas africana y atlántica. Esta presión elevó las plataformas sobre las que después se desarrollarían las actividades volcánicas provocadas por el punto caliente situado bajo ellas. Su formación, por tanto, responde a un origen mixto. Fuerteventura y Lanzarote son las islas más antiguas. Lanzarote comenzó a formarse hace 15,5 millones de años. Su estado actual es fruto de muchos fenómenos geológicos y volcánicos. Los más recientes son de 1824. Tiene una superficie de 849 km^2, de los cuales una cuarta parte (174) se ganó al mar durante las erupciones de Timanfaya (1730–36).

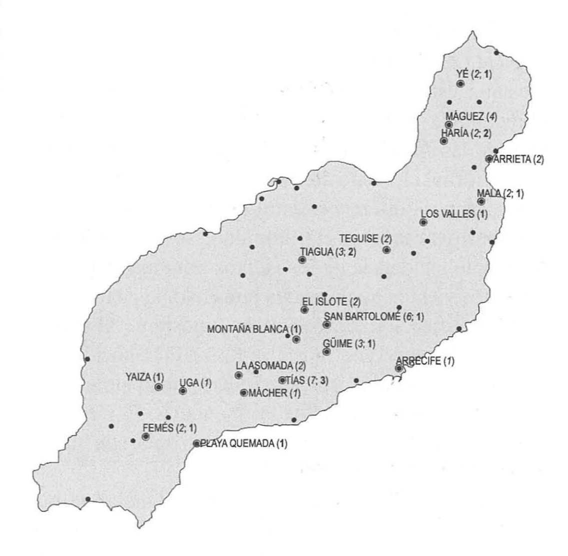


Figura 1
Localidades en las que se ha estudiado algún edificio. Entre paréntesis, primero en cursiva, número total de edificios estudiados o fotografiados, de los cuales se han levantado y analizado más detalladamente los que aparecen en negrita

Geomorfología

Lanzarote presenta dos grandes macizos antiguos: los Ajaches y Famara. Una dorsal del cuaternario cruza la isla en su sentido longitudinal. Sin embargo, lo más peculiar de Lanzarote es el Jable, un territorio de arenas eólicas y de gran higroscopicidad, que pueden estar cementadas (Zonzamas) o activas (playa de Famara). Comienza en La Graciosa, la pequeña isla del archipiélago Chinijo al norte de Lanzarote, y cruza toda la isla de norte a sur como un pasillo. La palabra *jable* proviene del francés *sable*, que significa *arena*. Probablemente el nombre se lo dieron los conquistadores normandos Jean de Bethencourt y Gadifer de la Salle cuando en 1402, enviados por la Corona de Castilla, desembarcaron en las playas del Papagayo. El Jable designa tanto a la arena en sí, como a la zona geográfica, como al viento con arena.

Lanzarote es rico en rocas volcánicas, que van desde los basaltos de las coladas de lava hasta la ceniza, denominada *rofe* o *picón*. En las zonas más antiguas y, por tanto, más degradadas, hay arcillas.

Factores geográficos y atmosféricos

La proximidad al desierto del Sahara y la latitud subtropical (29° N) son los principales factores zonales que afectan a estas islas.[2] Los factores que intervienen en la climatología de Lanzarote son la presencia del anticiclón de las Azores en las capas bajas de la atmósfera —que forma el viento alisio del NE—, la corriente fría del océano, la diferencia entre las vertientes montañosas (barlovento al norte, húmedo; sotavento al sur, seco) y la incidencia de los vientos saharianos de África. Estos vientos traen mucha humedad, la cual origina una estratificación térmica de la atmósfera. Al chocar el viento húmedo con la isla se forma el conocido *mar de nubes*. Las nubes se desarrollan principalmente en la vertiente septentrional de las montañas. El viento no sólo es constante, sino que también sopla con fuerza (hasta 70 Km/h en Timanfaya).

La pluviometría es de escasa importancia, ya que ronda los 100–300 L/m² al año. «Lanzarote es un desierto en medio del mar» (Wilpred 2003). Plinio la denominó «Pluvialia, donde no hay más agua de la que llueve».[3] Apenas existen fuentes naturales en la isla.[4] En las playas de Papagayo quedan los primitivos pozos que utilizaron los conquistadores en la primera ciudad europea de canarias: San Marcial del Rubicón. Estas fuentes se nutren de la llamada *lluvia horizontal*. El aire húmedo del océano choca con los montes y se forman nubes que se condensan y el agua se filtra en la tierra.

La temperatura es constante a lo largo del año. Presenta poca variación, alrededor de los 25° C. La variación diaria viene a ser de unos 9° C. Lanzarote es un territorio homogéneo desde todos los puntos de vista. No existen grandes variaciones climatológicas en su superficie.

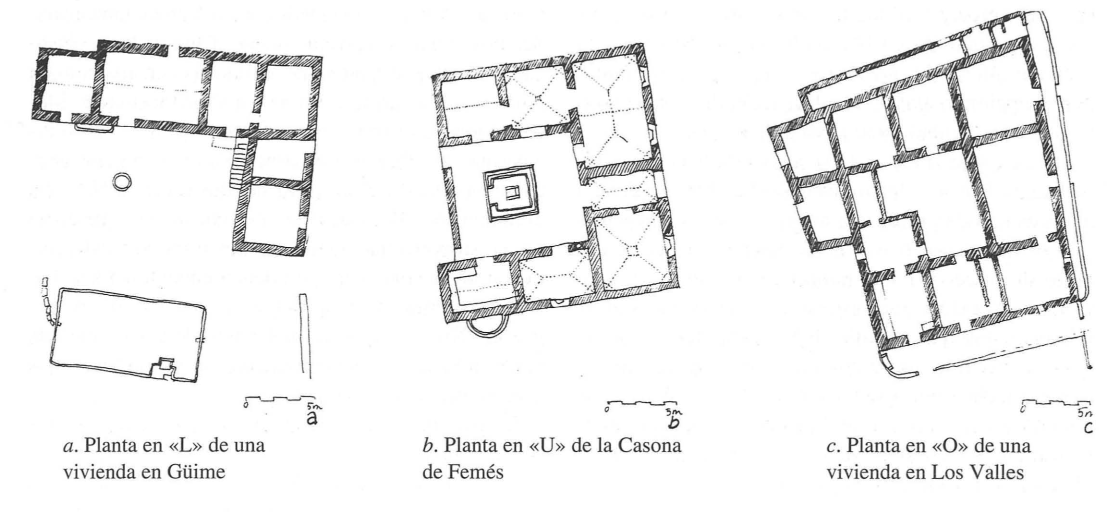
Como se observa, el viento y la falta de agua son las principales características climatológicas. Estos dos condicionantes son los que más van a determinar la tipología y los sistemas constructivos de las viviendas.

La casa tradicional lanzaroteña

A lo largo de este estudio se utiliza indistintamente las expresiones de *arquitectura tradicional*, *popular* o *vernácula*. Estos tres conceptos presentan unos significados muy precisos y diferenciados. No obstante, se pueden emplear para caracterizar la arquitectura, eminentemente rural, que se ha hecho desde siempre y sin métodos industriales (tradicional, por lo tanto) por los propios habitantes (esto es, popular) en una región geográfica claramente definida de donde aprovecha los materiales disponibles (en consecuencia, vernácula). Presenta una gran adaptabilidad al medio, es funcional, lógica en sus formas y técnicas y de gran sentido común, como señala Carlos Flores (1973–77). Es, por lo general, una arquitectura doméstica ligada a la vivienda y a las actividades rurales. Responde a las necesidades de quien la vive y a sus posibilidades económicas.

En Lanzarote se desarrollan dos clases de arquitecturas tradicionales: una señorial (en los principales núcleos urbanos) y otra rural, dispersada por toda la isla. Esta arquitectura popular rural se encuadra en una estructura socio-económica agrícola y ganadera. La unidad familiar es autosuficiente. La casa se rodea de cuadras y campos de labranza.

Clasificamos las viviendas lanzaroteñas rurales en tres grupos, según su forma en planta. El tipo más sencillo presenta una planta en forma de «L» (fig. 2*a*). Deja la parte abierta a sotavento —generalmente al sur. La edificación funciona como una pantalla que



a. Planta en «L» de una vivienda en Güime

b. Planta en «U» de la Casona de Femés

c. Planta en «O» de una vivienda en Los Valles

Figura 2

frena el viento constante que sufre la isla. Las dependencias rodean el patio y desde él se accede a las mismas. Si se le añade un ala más, se produce el segundo tipo, en forma de «U» (fig. 2*b*). Por último, si se cierra la construcción y se rodea el patio por completo se obtiene el tercer tipo básico, en forma de «O» (fig. 2*c*). Sin embargo, hay otro modelo, menos habitual, que consiste en dos crujías de vivienda separadas por el patio, en forma de doble «I».

El elemento articulador de la vivienda lanzaroteña es el patio. Ocupa el lugar central de la casa, y desde él se accede a todas las dependencias. Así mismo, bajo él se ubica el aljibe o depósito de agua. Esta organización ayuda a la captación de agua de las escasas precipitaciones. Las azoteas recogen y vierten el agua mediante gárgolas al patio, que está pavimentado con una torta de barro. El agua escurre guiada por sogas o maromas hasta el aljibe. Estas superficies horizontales con una ligera inclinación reciben el nombre de *aguadas*, *alcogidas*, *maretas* o *maretones*, dependiendo de su tamaño. Estas amplias superficies, que pueden ser el patio de la casa o el entorno de la misma, incluso las calles, barrancos y escorrentías, se emplean también como era para el cereal. Los maretones son comunales. Había una reglamentación para su uso y disfrute. Cada año se fijaba el precio en función de lo que había llovido. El agua tenía un precio diferente si se empleaba para el uso doméstico o para el ganado.

El agua fermenta en el interior del aljibe donde se acumula. Esta fermentación da origen a la cría de un parásito llamado *saltón*. Este insecto resulta ser el mejor depurador biológico del agua. Otro sistema de conservación del agua es echar piedras de cal viva —incluso agua salada— para impedir su corrupción y mantenerla pura y limpia. En cualquier caso, antes de consumir el agua se hace pasar por las destiladeras, elemento común en todas las islas. La destiladera consiste en un cuenco de piedra donde se vierte el agua. La filtración de la misma a través de este cuenco purifica el agua y la hace apta para su consumo. Las destiladeras se cierran con puertas de celosía que evitan que entre el sol, preservan la humedad y evitan la evaporación.

La volumetría es muy sencilla y limpia. Por lo general, son viviendas terreras —la construcción sólo levanta un piso— aunque también es común que exista un cuerpo alto al que se accede por una escalera de piedra desde el patio hasta un balcón de madera. Esta habitación sirve de sobrado o granero, también llamado *tronja*. A esta sencillez volumétrica le acompaña la limpieza cromática. Al revestimiento de barro y picón sobre el muro se le daba una mano de cal. La cal confiere un tono terroso, cálido e incluso pastel. Las aristas se destacan con frisos o bandas de color (azul, verde o marrón), e incluso con diseños geométricos. De esta forma se delimitan los volúme-

nes. Sin embargo, desde los años 1960 los paramentos se han pintado en blanco luminoso. Si bien esta decisión alteró el color terroso original y, por tanto, la percepción visual de la edificación, ha conseguido mantener la unidad estética en toda la isla.

Otra característica es la ausencia de huecos en las fachadas. Tan solo los indispensables. Esto se debe a la necesidad de protección al fuerte y constante viento. Los muros que dan al norte carecen casi por completo de huecos. Estas habitaciones que no tienen ventanas al exterior se ventilan a través de las puertas y huecos que dan al patio. Estas carpinterías son de vano vertical y aparentemente desproporcionadas con los techos bajos del interior. De esta manera se consigue ventilar y acondicionar las habitaciones dentro de este ambiente caluroso y de escasas precipitaciones. En los edificios urbanos se ha desarrollado un sistema de aperturas más sofisticado. Las tres funciones básicas del hueco (ver, ventilar, iluminar) se resuelve con una ventana de múltiples posibilidades de formas de abrir, deslizar y de girar sus hojas, guillotinas (de tradición atlántica) y batientes. No obstante, la sofisticación de la ventana de Lanzarote merecería un estudio propio.

Otras dependencias que aparecen en la arquitectura rural de Lanzarote son las cuadras, gallanías, tahonas, lagares, molinos, molinas, palomares y hornos.

Materiales de construcción

Las peculiares condiciones naturales de Lanzarote han determinado una arquitectura vernácula de gran interés. En este medio singular, los lanzaroteños han construido sus casas con los materiales que han encontrado más a mano. Estos materiales básicos son la piedra volcánica, la madera, la cal y el barro.

Piedra

La piedra volcánica es de fácil obtención. La práctica totalidad de la isla está formada por volcanes, depósitos de cenizas conglomeradas y coladas de lava, degradadas en mayor o menor medida. Las canteras se localizan cerca de las construcciones, por lo general en las faldas de los volcanes. La cantera de donde se extrajo la piedra de *canto* de una vivienda estudiada en Tiagua se encuentra a menos de 600 m. La villa de Teguise se levantó con la piedra del volcán de Guanapay. Se trasladaba en carretas hasta el lugar de la obra.[5] Como se verá más adelante al tratar la construcción de muros, en Lanzarote se emplea tanto en forma de sillares, como de mampuestos o cascotes y ripios. Esto indica que, en algunas ocasiones, se recogían las rocas del solar para emplearlas en su construcción. Hay una gran diversidad de tipos de rocas volcánicas, que difieren en su porosidad, densidad, peso, forma y estructura. En un mismo muro se pueden encontrar rocas basálticas, piedras de malpaís (*piedra quemada*) y piedra pómez. No sólo es amplio el rango de tipos, sino que también lo es el de su coloración. Se encuentran tonos rojizos, grisáceos y negros.

Lo más habitual es disponer de las piedras menos pesadas para levantar los muros. Las más ligeras se utilizan incluso como relleno en el entrevigado de un forjado o entre los arcos fajones de una bóveda de cañón. Esta ligereza permite que haya bloques o sillares de grandes dimensiones. Estos grandes sillares son de un material denominado *canto*, que es ceniza volcánica (*picón*) conglomerada.

Relacionado con la piedra volcánica está la extracción de picón o *rofe*. El picón es ceniza volcánica de un tamaño medio comprendido entre los 2 y los 20 mm y con altas propiedades higroscópicas. También recibe los nombres de lapilli o zahorra. Su empleo tradicional ha sido el agrícola (*enarenados*).

Tradicionalmente, se han distinguido los siguientes cargos de quienes trabajaban la piedra: los canteros eran los que la extraían de la cantera, la cortaban, labraban y colocaban en las partes nobles del edificio. La figura del oficial o pedrero es la que está al cargo de la obra. La labor de supervisión la llevaban a cabo los alcaides de cantería y albañilería que eran nombrados por el cabildo para velar por la correcta ejecución de la obra.[6]

Madera

Como ya se ha indicado, Lanzarote es una isla desértica, sin apenas árboles de porte —con la excepción del norte, donde se encuentran algunos pinos. No obstante, la madera es el material básico para la construcción de forjados y carpinterías. Se utiliza la madera de tea de pino (pinotea). La dureza de esta madera procedente del corazón del pino permite elaborar elementos portantes de poca sección y garanti-

za su correcta conservación a lo largo del tiempo.

Debido a esta escasez de árboles, tanto en Fuerteventura como en Lanzarote, se importaba la madera de construcción desde otras islas. El tráfico de materiales de construcción entre las islas fue muy importante, pues cada una disponía de algún material del que las demás carecían. Así, mientras que las islas occidentales suministraban de madera a Lanzarote, ésta exportaba cal hacia el resto del archipiélago. Este trueque se completaba con otros productos abundantes en Lanzarote: trigo, cebada, queso y tocinas.

> Sepan cuantos esta carta vieren como nos Gaspar Gonsáles y Pedro Hernándes, vesinos de la isla de La Palma, estantes al presente en esta de Lansarote, otorgamos y conocemos por esta presente que nos obligamos a traer a esta isla a vos Blas Perdomo, de la isla de La Palma, sinco vigas buenas y de buen palo de aseviño o viñatico . . . las quales a de ser gruesa de manera que an de frente cada una un palmo y dos dedos. 11 de septiembre de 1624.[7]

> En la villa de Tteguisse de la isla de Lanzarote en once días de el mes de jullio de mill y seixientos y cinquent y ocho años, Antonio Franco, vesino que dixo sser de La Orotava, isla de Tenerife, y dixo sse obligava y obligó a entregar . . . quarenta y quatro vigas de tea de a veynte y tres pies en limpio y cient tixeras de las ordinarias.[8]

Al igual que la piedra, la madera se trabaja en mayor o menor medida, dependiendo de la exigencia estética de la estancia que cubre o de las posibilidades del propietario. Así, las vigas de las cuadras y dependencias auxiliares son troncos que pueden estar o no descortezados. A medida que aumenta la nobleza de la habitación, se emplean rollizos desbastados, vigas ligeramente escuadradas, hasta llegar a vigas sección rectangular en armaduras de cubierta.

La madera de las ventanas y balcones de las viviendas urbanas está muy trabajada. Se «aprovecha la madera como lenguaje social. La madera se expresa como material noble, trabajado, frente a la mampostería ordinaria aplicada a sus paramentos» (Hernández 1999).

Barro

Para la obtención de barro es necesario ir a las zonas geológicamente más antiguas de Lanzarote, esto es, el macizo de Famara y los Ajaches. La erosión ha formado numerosos depósitos de arcillas. Se han utilizado como áreas cultivables y como canteras de arcilla para la construcción. El barro —que recibe el nombre de *tegue*— se utiliza en los revestimientos y como argamasa para el asiento de las piedras de los muros. El mortero empleado en los muros es una mezcla de barro y cal, mientras que en las cubiertas se utilizaba una torta de barro y restos de paja trillada (*granzón* o *ceba*).[9]

Cal

La cal es abundante en Lanzarote, especialmente en la zona sur, en Janubio o La Degollada (Yaiza). Desde Lanzarote se exportaba a otras islas, como atestigua el siguiente documento de 1659 en el que se contrata el corte de 1.000 quintales de piedra de cal para la fábrica de un convento en Tenerife.

> En la villa de Theguise de la isla de Lanzarote, en nuebe días de el mes de disiembre de mil y seiscientos y sinquenta y nuebe años, Gaspar de Cubas, pedrero, vesino de esta isla, el qual dixo que se obligaba y obligó a que cortará mil quintales de piedras de cal en las partes de Janubio y los pondrá en el derriscadero de dicho puerto de Janubio, donde se acostrunbra a poner la que se cortan en dicha parte . . . Los quales mil quintales de piedra de cal son para la fábrica de el conbento real de Nuestra Señora de Candelaria, de la isla de Tenerife.[10]

La cal se preparaba en los hornos de cal o *caleras*, que están repartidos por toda la isla.

Se revocan no sólo los muros, sino también las cubiertas, las aguadas y pavimentos por los que discurre el agua hasta el aljibe. «El blanco de la cal es limpio, desinfectante y no contamina el bien tan preciado que es el poco agua que se puede recoger» (Manrique 1974). Además es económico y de fácil aplicación —la masiva aplicación da una textura y coloración característica. Con este encalado se protegen los muros de la erosión del viento.

La cerámica no ha sido empleada en Lanzarote salvo en casos muy contados de edificios principales. Algunas ermitas, iglesias y conventos de Teguise se cubrieron con tejas. Había en Teguise un horno para preparar tejas y ladrillos, aunque también se importaban desde las Azores e incluso desde Holanda.

Sistemas constructivos

El estudio intenta explicar la relación entre la disponibilidad de materiales y la técnica empleada en la arquitectura popular. También se quiere mostrar cómo una técnica tradicional ha sido capaz de acondicionar las viviendas a un medio tan característico como el de Lanzarote.

Muros

La casa lanzaroteña se articula en crujías, de modo que los forjados siempre apoyan en dos muros de carga. Estos muros de piedra se construyen en dos hojas. Su grosor ronda los 60–70 cm. Ambas hojas no siempre se traban con piedras pasaderas. El interior se rellena con cascotes y barro en abundancia. Los procesos patológicos han provocado que en muchos casos se separen las dos hojas y el muro acabe abriéndose y desmoronándose. La principal característica de estos muros es su gran heterogeneidad, tanto en el aparejo como en la clase de piedra utilizada. Se emplean desde los basaltos más duros hasta bloques ligeros de ceniza conglomerada. En muchas ocasiones se ven en el mismo muro distintos tipos litológicos y morfológicos. Esto no supone ningún problema estético, ya que los muros llevan un trullado de barro y acabado de cal. Sin embargo se puede hacer un intento de clasificación tipológica en lo que respecta al aparejo. A continuación se reflejan los principales esquemas de muros y cómo cada uno soluciona el problema de las esquinas y los huecos. Sin embargo, pueden darse casos híbridos o complejos. Se ha intentado sistematizar y clasificar todos los casos.

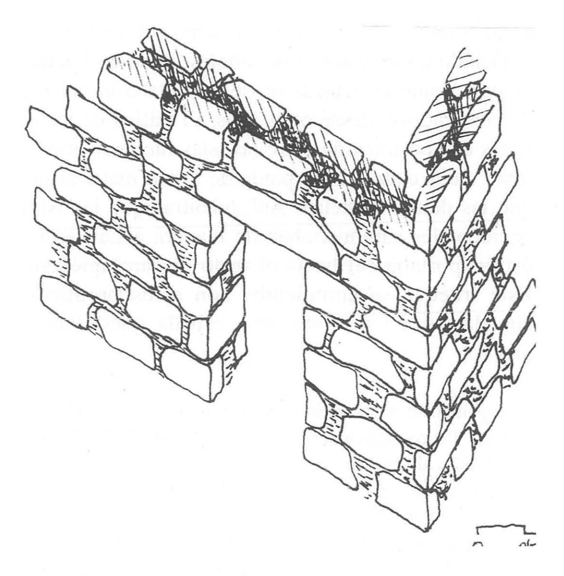


Figura 4

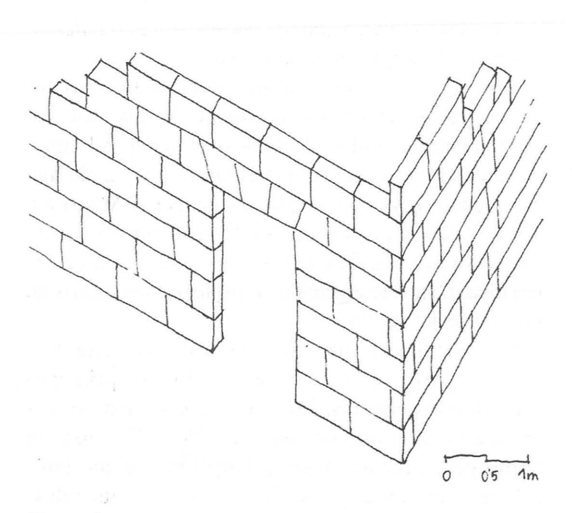


Figura 3

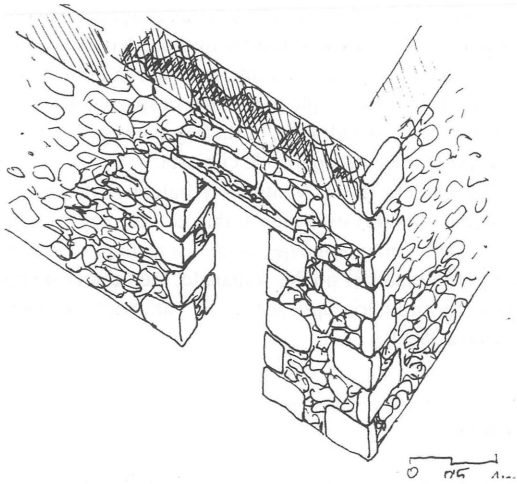


Figura 5

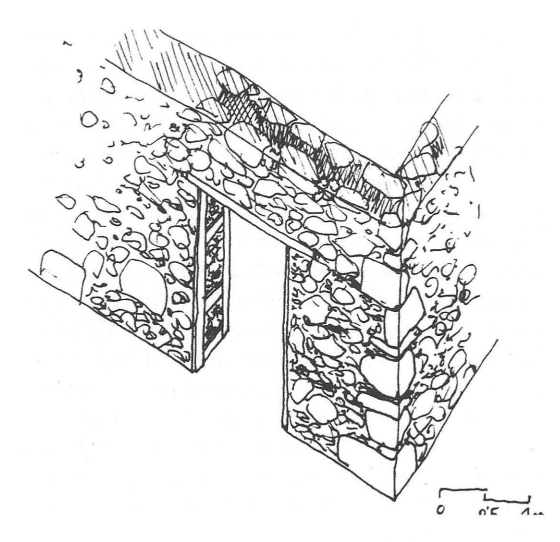


Figura 6

1. Sillares de *canto*. Si el *canto* está bien tallado y se cuidan las juntas, se pueden construir muros de una hoja de 20 cm de espesor, si bien no admite más que una altura y unas crujías estrechas (fig. 3).
2. Sillares con grandes espacios intersticiales. El ripio rellena los huecos entre los sillares poco labrados. Es la solución más económica y el aparejo más característico (fig. 4).
3. Mampostería regular. Piedras de la misma clase con tamaño uniforme sin labrar (fig. 5).
4. Mampostería irregular. Diversos tipos de piedra (basaltos, *canto* . . .) de diferentes tamaños sin labrar. Su puesta en obra se realiza por tongadas de unos 60 cm (2 pies) (fig. 6).

Estos son los cuatro principios constructivos de los muros de Lanzarote. Las variaciones y combinaciones entre ellos conforman la gran diversidad tipológica de muros de las casas de la isla. En la figura 7 se exponen unos ejemplos de estas combinaciones:

Los muros siguen una directriz recta y sus encuentros son sensiblemente perpendiculares, que se resuelven enjarjándolos. Aunque sea de mampostería se utilizan grandes bloques más o menos regulares para dibujar las aristas y esquinas. Apoyan directamente en la roca. Cuando no hay roca superficial, el muro apoya sobre una zapata corrida, que no es más que un ensanchamiento del propio muro y que actúa repartiendo las tensiones al terreno.

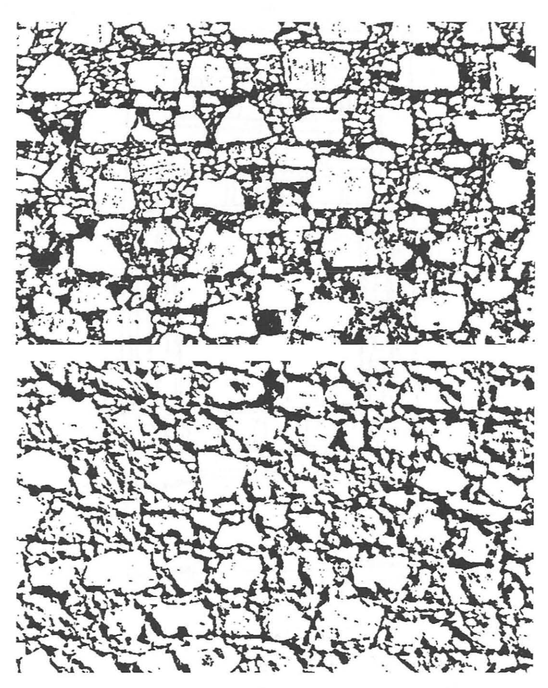


Figura 7
Aparejo de dos muros en Tías, variación del modelo 2

La apertura del hueco en el muro se soluciona de diferentes maneras. Las jambas son de sillares más o menos labrados. Si hay canteras cercanas, se colocan sillares de *canto*. En las construcciones más humildes, el borde del muro de mampostería se remata con tablas. El cargadero más sencillo se hace con unas tablas o rollizos de madera sobre las que se continúa el muro (fig. 6). En otros casos se tiende un arco de descarga sobre este cargadero (fig. 5). Este arco se construye con tres sillares en forma de cuña. Si se suprime el cargadero de madera, se queda el arco, más o menos labrado. Si hay disponibilidad de grandes piedras, se coloca un dintel de piedra de una sola pieza (fig. 4). Por último, en los muros construidos con sillería de *canto* se han encontrado arcos adintelados (fig. 3). Estos elementos —dintel, jambas— quedan recubiertos por el encalado final y no se perciben salvo en aquellos casos en los que por el paso del tiempo se haya desprendido. En algunas ocasiones bajo el hue-

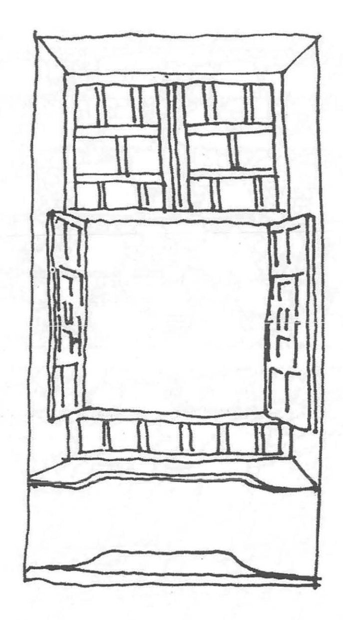


Figura 8
Ventana con banco en la Casona de Femés

co de la ventana se entalla en el muro un poyo o asiento (fig. 8).

También son habituales los pequeños huecos de ventilación, que se resuelven con una suerte de celosía a base de tablas verticales y horizontales.

El muro se reviste con un trullado de barro y picón antes de revocarlo con cal. La piedra nunca se deja vista. Sin embargo, la erosión y la falta de mantenimiento han hecho que parte de ese recubrimiento se haya desprendido y quede el muro al descubierto, en especial las zonas más expuestas como las esquinas. Esta imagen, provocada por el abandono y falta de mantenimiento, se ha convertido en un falso estilo «rústico», ordinario, folclorista y ramplón, pero que se copia hasta la saciedad en aquellas construcciones modernas que quieren aparentar cierto tipismo o antigüedad. Feduchi (1974–84) ya advertía de la importancia que tiene el estudio de la arquitectura popular precisamente para evitar este popularismo mal entendido.

Por último, la cabeza de los muros se remata con lajas de piedra en sentido horizontal, o bien la torta de barro y cal de la cubierta vuelve sobre el muro y soluciona su remate.

Forjados y cubiertas

En los muros de carga se apoyan las vigas de madera y el entrevigado se rellena con diversos materiales, ya sean tablones de madera, rocas volcánicas ligeras o palos y barro.

La siguiente tabla expone un resumen de los tipos de forjados más frecuentes. Se han ordenado en función de la nobleza del espacio que cubren. Así, los primeros se utilizan en almacenes, cuadras, establos,

Elemento principal o soporte	Elemento secundario o soportado	Dependencias y habitaciones que cubre
Rollizos sin desbastar descortezados Ø medio = 15 cm s = 1–2 pies (30–60 cm)	Palos, ramas, *pírganos* (nervio de la hoja de palmera) y barro	Cuadras y chamizos (fig. 9)
Viguetas escuadradas Tamaño medio: 6 × 13 cm s = 1–2 pies (30–60 cm)	Palos o ramas u hojas de palmera y barro	Almacenes, y dependencias auxiliares
Viguetas escuadradas Tamaño medio: 6 × 13 cm s = 1–2 pies (50–60 cm)	Tablas a testa	Cocinas, habitaciones (fig. 10)
Viguetas escuadradas Tamaño medio: 6 × 13 cm s = 2 pies (50–60 cm)	Cintas o listoncillos y tablas machihembradas	Estancias nobles (fig. 11)

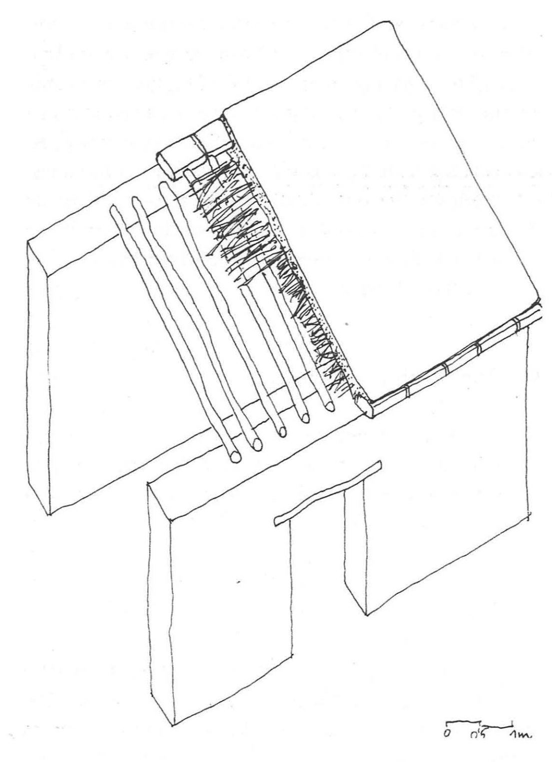


Figura 9
Cubierta de una cuadra en *Casa Pascasia*, Tías

Figura 10
Esquema axonométrico de un forjado común

lagares y dependencias auxiliares y no habitables de la casa; y los últimos, en los que aparece un tercer orden de elementos decorativos como cintas o el relleno es de piedra, son los que cubren las dependencias nobles y principales.

En los ejemplos estudiados, el apoyo de las vigas en los muros se resuelve mediante el empotramiento en unos mechinales. No se han observado ménsulas ni otros elementos más complejos. Las luces rondan los 3–5 m.

Debido a las escasas precipitaciones y a la necesidad de recoger y conservar el agua de escorrentía no se hace necesaria la cubierta inclinada habitual en otras regiones españolas, salvo casos contados. En cualquier caso, no llevan tejas. La azotea se recubre con torta de barro (ver Materiales de Construcción) que se albea con cal para que escurra el agua. El ligero declive la dirige hacia las gárgolas

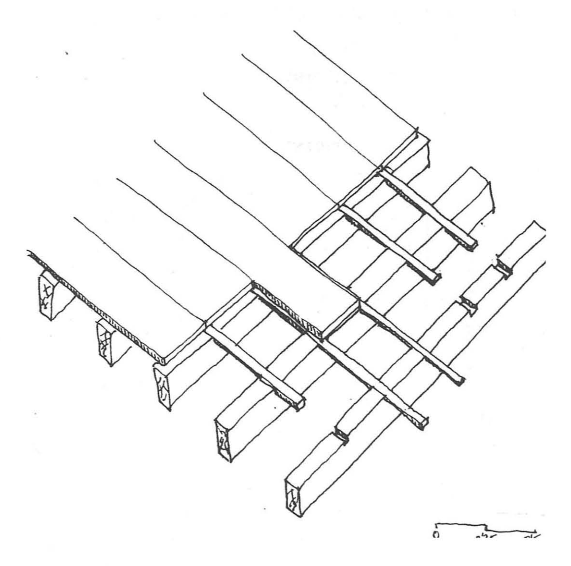


Figura 11
Forjado del *sobrao* sobre el zaguán en una vivienda de Haría

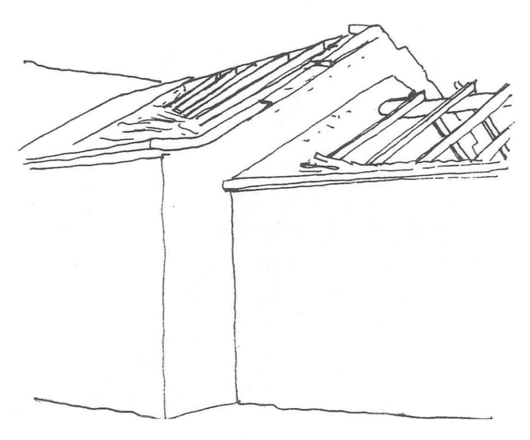


Figura 12
Vivienda en Güime (véase fig 2*a*). Dos estancias tienen cubierta inclinada. En la más occidental (de par y picadero) la viga cumbrera es un rollizo sin escuadrar. La otra es de parhilera

para conducirla al patio (fig. 10) Las cubiertas a dos aguas de las construcciones populares se resuelven con una armadura de par y picadero (fig. 12). La unión del par o cabio con el muro se resuelve sin soleras ni más elementos que un simple mechinal. El entrevigado sigue los mismos principios que los



Figura 13
La Casona de Femés; sección de una estancia

de los forjados. A veces se ponen piedras de *canto* estrechas y sobre ellas una torta de barro (fig. 13).

También hay que hacer mención a las armaduras de cubierta. Éstas se emplean en las casas más nobles, ermitas, palacios, iglesias y edificios importantes. Aparecen elementos más elaborados, como soleras, estribos, tirantes, limatesas, tabicas y cuadrales (fig. 13 y ver fig. 2*b*). Las armaduras de las ermitas e iglesias son de estilo mudéjar[11] con lacerías, en artesa, o a 4 u 8 faldones.

Bóvedas: aljibes y hornos

La escasez de agua hace que se hallan ideado métodos para recoger lo poco que llueve. El aljibe es una pieza importante de la vivienda lanzaroteña. Se sitúa bajo el patio principal o en el patio entre varias viviendas. También hay aljibes comunales y aljibes en el campo, cuya función es dar de beber a los animales y no tanto para el riego. Los elementos principales de los aljibes son el brocal —apertura superior por donde se saca el agua y que lleva un antepecho de *canto* y una portezuela de madera—, el caño o coladero —por donde entra el agua— y el aliviadero o rebosadero —pequeña oquedad por donde sale el aire y por donde pueda rebosar el agua en caso de que se llene; suele estar en el extremo opuesto al caño y un poco (10 cm) más bajo. Otras partes que aparecen relacionadas con los aljibes son piletas, abrevaderos y lavaderos, que se labran en bloques de *canto*.

El principio constructivo de sus bóvedas es el siguiente (fig. 14). En primer lugar se hace una excavación. Se levanta un muro de contención de mampostería de unos 80 cm. Este muro lleva las esquinas matadas y el interior revocado con mortero de barro y cal como impermeabilizante. Desde unas ménsulas de apoyo de piedra, se tienden los arcos fajones con una separación de unos 50–70 cm. Para levantar cada arco se emplea una cimbra de madera que se quita cuando el arco está cerrado y se vuelve a utilizar para el siguiente arco —de ahí la regularidad de dimensiones de los aljibes de Lanzarote. Las piedras del arco no se labran sino en dos de sus caras. Estas juntas se rellenan con mortero de barro y cal y, a veces, se meten cuñas de madera. El relleno consiste en cascotes y *piedra quemada* sin labrar.

Los aljibes tienen alrededor de 5 m de profundidad. No obstante, se encuentran aljibes de hasta 10–12 m.

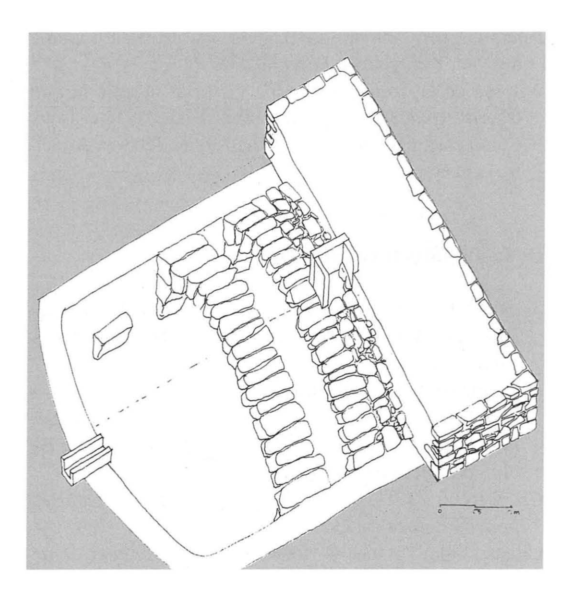


Figura 14
Esquema constructivo de un aljibe

se albean, si bien los marcos, e incluso las diagonales, de madera se pintan.

Balcones y elementos de madera

Los balcones de madera pertenecen a una tradición común a todo el archipiélago. No obstante, casi todas las casas de cierta importancia tienen un balcón, como la Casa de los Arroyo de Arrecife (s. XVII), la Casa Cuartel de Teguise (s. XVIII) o la Casa natal de Benito Pérez Armas en Yaiza (fig. 15). Sin embargo, estos ejemplos corresponden a casas señoriales. Este balcón da acceso a la segunda planta de la vivienda y se sube por una escalera de madera.

En la arquitectura rural, el balcón no es una pieza habitual. Lo más común es que no sea un balcón cerrado como tal, sino el acceso al *sobrao*. Es poco

Las bóvedas también se han empleado en la arquitectura militar. Los castillos de San José y San Gabriel en Arrecife y el de Guanapay en Teguise presentan bóvedas de cañón. No desarrollan grandes luces.

El horno está adosado al muro, con una entrada desde la cocina. En otras ocasiones es un elemento exento. Para la construcción de la pequeña bóveda del horno se utilizan piedras volcánicas ligeras (*piedras horneras*) —de color rojizo y con la inercia suficiente para mantener el calor. Los hornos son una semiesfera de 1–1,5 m de diámetro. Para levantar la bóveda se amontona barro que da la forma a modo de molde. Se van colocando las *piedras horneras* hasta completar la bóveda. Una vez cerrada se vacía el barro. El exterior se regulariza con *tegue* y se le da una mano de cal. Como material combustible se ha usado siempre las mazorcas de maíz secas.

La chimenea está ligada a la cocina, y no tanto al horno. Se sitúa cerca de la boca del horno, pero en el techo de la cocina; nunca en la bóveda del horno. Las chimeneas lanzaroteñas son muy características y variadas. Presentan formas bulbosas. Su carácter ornamental contrasta con la sobriedad de los volúmenes arquitectónicos. Se construyen con madera y barro y

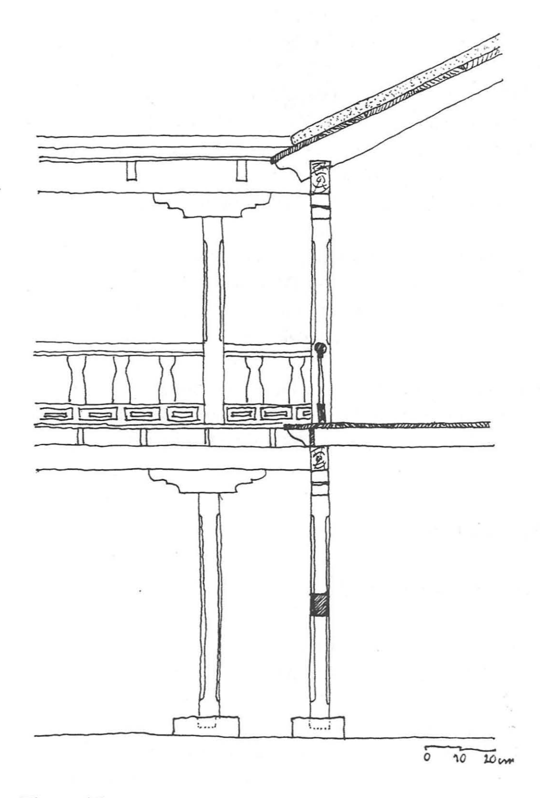


Figura 15
Balcón en Yaiza. Alzado y sección

profundo. Su construcción es fácil. Por un lado apoya en la fábrica de la escalera de piedra. El otro extremo, si hay un muro donde apoyar, lo hace en él. En caso contrario se sostiene gracias a una viga de madera en voladizo. El vuelo del balcón es siempre inferior al metro de distancia.

En cualquier caso, como ya se indicó, el análisis de los elementos de madera, en especial las carpinterías, merece un estudio propio más detallado.

Notas

1. McKenzie, Morgan, Parker y Wilson (1965–1968), citado por García Cruz (2001).
2. Para más información acerca de este tema véase: Morales Matos, Guillermo y Ramón Pérez González (dir. y coord.). 2000. *Gran atlas temático de Canarias*. Tenerife: Editorial Interinsular Canaria.
3. Citado por Tejera (2001).
4. En 1865 se hizo un recuento de las fuentes de la isla. De las 14 fuentes registradas, 13 eran de uso privado y sólo 6 eran perennes (Fernández Quintero et al. *Inventario de Bienes Inmuebles*).
5. Lobo y Quintana (1997) recogen una colección de 63 documentos del siglo XVII relativos a obras en la isla. Así mismo, presentan un estudio relativo a los materiales de construcción.
6. Lobo y Quintana (1997) dan nombres de canteros, alarifes, maestros y alcaides.
7. Documento 1 (Lobo y Quintana 1997).
8. Documento 18 (Lobo y Quintana 1997).
9. Existe una recopilación de entrevistas a las gentes del lugar en las que aparecen estos términos (Perera et al. 1986).
10. Documento 22 (Lobo y Quintana 1997).
11. Canarias fue el puente de las armaduras mudéjares entre España y América (Véase: Galante 1991).

Lista de referencias

De carácter general

García Cruz, Cándido Manuel. 2001. El origen de las islas Canarias: Cronología de las ideas y conceptos relacionados desde la antigüedad hasta finales del siglo XX. en *INHIGEO*.

Martínez Puebla, Esperanza; Jesús Prieto Ruiz y Aurelio Centellas Bodas. 1997. *El Parque Nacional de Timanfaya. Guía de visita*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo Parques Nacionales.

Tejera Gaspar, Antonio. 2001. ¿Qué es la Insula Capraria de Plinio? Barcelona: *Faventia* 23/2

Wilpred de la Torre, Wolfredo; Victoria Eugenia Martín Osorio. Itinerarios botánicos por la isla de Lanzarote. Curso celebrado del 4 al 8 de agosto de 2003 en Arrecife, Lanzarote.

De la arquitectura popular

— 2001. *Vila Nova do Corvo. Inventário do Patrimonio imível dos Açores.* Vila Nova do Corvo: Direcçao Regional da Cultura.

Cea Gutiérrez, Antonio; Matilde Fernández Montes y Luis Ángel Sánchez Gómez (coordinadores). 1990. *Arquitectura Popular en España*. Madrid: CSIC. Interesante Bibliografía organizada por regiones.

Claret Rubira, J. 1976. *Detalles de arquitectura popular española.* Barcelona: Gustavo Gili.

Crouch, Dora P.; June G. Johnson. 2001. *Traditions in architecture. Africa, America, Asia and Oceanía.* New York: Oxford University Press.

Feduchi, Luis. 1974–1984. *Itinerarios de arquitectura popular española.* Barcelona: Blume-Labor.

Flores López, Carlos. 1973–1977. *Arquitectura Popular en España.* Madrid: Ediciones Aguilar.

Flores López, Carlos. 1991. *Pueblos y lugares de España.* Madrid: Espasa-Calpe

Goldfinger Myron. 1993. *Arquitectura popular mediterránea.* Barcelona: Gustavo Gili.

De la arquitectura popular de Canarias y Lanzarote

Autor desconocido. *La llamada «Casa de Arroyo».* Memoria histórica mecanoscrita que acompaña a la documentación de Bien de Interés Cultural. Adjunta planos.

Cárdenas, Javier de y Luis Maldonado. Estudio comparado de la arquitectura popular de la isla de Lanzarote. Curso celebrado del 7 al 11 de julio de 2003 en Arrecife, Lanzarote.

Concepción, José Luis. 1997. *Arquitectura y diseño del hogar ideal canario. Arquitectura tradicional.* La Laguna: Graficolor S. L. y Asociación Cultural de las Islas Canarias.

Fernández Quintero, Antonio F. et al. *Inventario de Bienes Inmuebles. Estructuras destinadas al almacenamiento de agua.* Cabildo de Lanzarote.

Galante Gómez, Francisco J. y Escuela Pancho Lasso (maquetas y proyectos). 1991. *Lanzarote. Arquitectura religiosa, 1.* Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de publicaciones del Excelentísimo Cabildo Insular de Lanzarote. Colección *Lanzarote, Arquitectura.*

Hernández Gutiérrez, A. Sebastián (coordinación). 1998. Bellas Artes. En *Patrimonio Histórico de Canarias. Lanzarote-Fuerteventura.* Las Palmas de Gran Canaria: Gobierno de Canarias. Dirección General de Patrimonio Histórico.

Hernández Gutiérrez, A. Sebastián (coordinador). 1999. *Patrimonio histórico de Arrecife de Lanzarote.* Arrecife: Cabildo de Lanzarote. Unidad de Patrimonio Histórico.

Hernández Gutiérrez, A. Sebastián y Mª Antonia Perera Betancort (dirección). 2003. *La villa de Teguise.* Arrecife: Cabildo de Lanzarote. Servicio de Patrimonio Histórico. Incluye CD-Rom.

Lobo Cabrera, Manuel y Pedro Quintana Andrés. 1997. *Arquitectura de Lanzarote en el siglo XVII. Documentos para su historia.* Arrecife: Servicio de Publicaciones del Cabildo de Lanzarote.

Manrique, César. 1974. *Lanzarote, arquitectura inédita.* San Sebastián.

Martín Rodríguez, Fernando Gabriel. 1978. *Arquitectura doméstica canaria.* Santa Cruz de Tenerife: Aula de Cultura de Tenerife. Tesis doctoral del autor leída en 1976.

Morales Matos, Guillermo y Francisco Ortega Andrade. 2000. La casa rural. En *Gran atlas temático de Canarias.* Tenerife: Editorial Interinsular Canaria.

Perera, Carmen et al. 1986. *Vivienda tradicional.* 4 tomos. Mecanoscrito en forma de borrador de publicación basado en entrevistas grabadas. El equipo de trabajo se componía por Carmen Perera, Mª Antonia Perera, Teodora Quintana, Manolo Ochoa, Nieves de León, Ana Betancort y Margarita Cejudo.

Ramírez de Lucas, Juan. 1975. Arquitectura popular de Lanzarote (Islas Canarias) *Arquitectura* 193: 185–190

Santana Talavera, Agustín (coordinación). 1998. Etnografía. En *Patrimonio Histórico de Canarias. Lanzarote-Fuerteventura.* Las Palmas de Gran Canaria: Gobierno de Canarias. Dirección General de Patrimonio Histórico.

Estructuras de amplitud máxima en el gótico catalano-aragonés de Barcelona y Manresa

José Carrasco Hortal

Este trabajo es muestra de una línea de investigación sobre las estructuras de iglesias del gótico catalana-aragonés de los siglos XIII y XIV, iniciada en la UPC entre los años 1994 y 2002, y que continúa en la actualidad.

Es conocido cómo durante los siglos previos, el XII y XIII, los monjes cistercienses tendrán cierto protagonismo fuera de las ciudades, mediante la creación de recintos compuestos de soluciones técnicas diversas, llegando a fijar unos invariantes formales. Nos referimos a aquel tipo que apuntaba Rafael Moneo, como estructura formal dentro de la cual el cambio tiene lugar (Moneo, 1978). Sin extendernos más en este concepto teórico, nuestra mirada tiene por objetivo estimar si un modelo de construcción es acorde con sus necesidades de uso y con la dimensión asignada a los elementos estructurales.

Barcelona y Manresa serán buena muestra del umbral de estructuras máximas del gótico catalana-aragonés del XIV. Sin embargo, entendemos que el proceso de fijación de estas obras depende de unas experiencias previas, las construcciones de las órdenes mendicantes, franciscanas y dominicas, que establecen una escala de trabajo intermedia mucho más limitada en recursos.

En la fig. 1 vemos gráficos de las iglesias mendicantes de la ciudad de Barcelona, recuperados mediante levantamientos históricos (San Francisco, Jonqueres y Santa Caterina) realizados antes de las respectivas demoliciones, que ahora dibujamos a escala junto con las grandes estructuras (el Pi, Santa María del Mar y Manresa). Estas van a suponer, a nuestro entender, el cénit de unas pautas de construcción que enlazarán bien con las maneras renacentistas de entender el espacio.

Los mendicantes de Barcelona

El principio de este proceso podemos situarlo a finales del XIII, cuando las órdenes mendicantes adecuaban sus primitivos recintos a nuevos proyectos de envergadura considerable. Su programa religioso buscaba abarcar el mayor espacio para predicar y se traduce en un espacio de cobijo amplio, diáfano y bien iluminado. En ocasiones amplían recintos primitivos (Santa Margarita de Mallorca, San Francisco de Barcelona, o los Jacobinos en Tolosa de Languedoc), y otras veces se trasladan para realizar obras de nueva planta (Jonqueres, San Francisco de Mallorca o Santo Domingo de Girona).

La comunidad dominica de Santa Caterina se sitúa dentro de la nueva muralla del XIII, cerca de la vilanova de Santa María del Mar y del próspero eje de Montcada.

Dado que los conventos necesitaban, además de la iglesia y un gran claustro, otros espacios como huertos y cementerios, se llega a prohibir su inclusión dentro de la muralla de Jaime I. Los franciscanos, como casi todas las comunidades religiosas que vienen después, se sitúan en el lado izquierdo de la Rambla (Giné 1988).

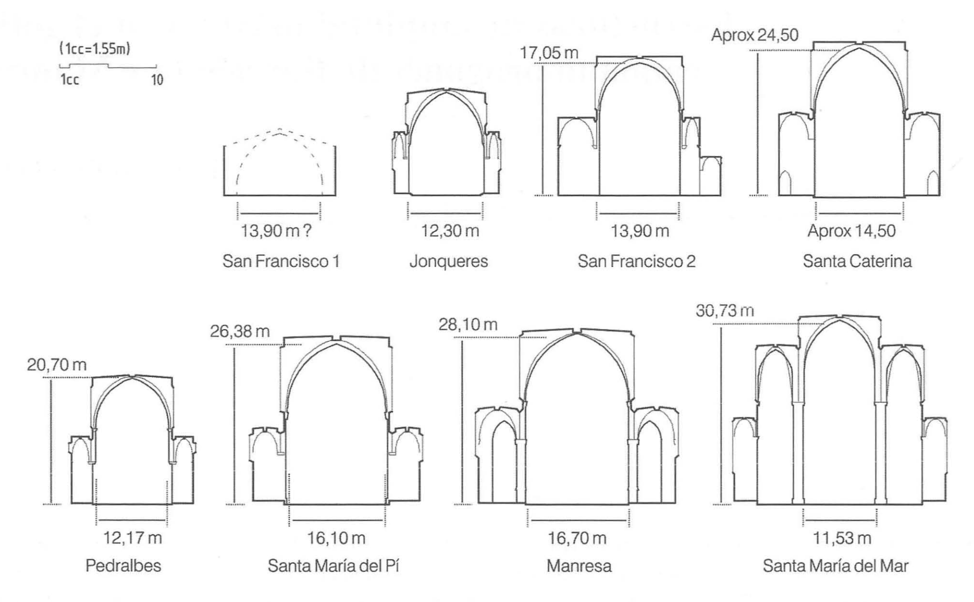


Figura 1
Secciones comparadas de iglesias en Barcelona y Manresa

Santa Caterina de Barcelona se nos muestra bien documentada gracias a los levantamientos de Casademunt (ver nota 1). Los dominicos llegan a Barcelona tan sólo cuatro años más tarde de su fundación en Tolosa de Languedoc para constituir la comunidad de Santa Caterina (Ortoll 1996). El inicio de la obra de la iglesia data de 1240, unos pocos años antes que lo hiciera la comunidad franciscana y fue tal la relevancia que adquirió el convento que en 1261, con las obras bastante avanzadas, fue escogida como sede de un capítulo general de la Orden.

Ortoll resalta la importancia del modelo de Santa Caterina para la arquitectura monumental de la ciudad en el XIV, pero discrepa de la datación que comúnmente se le otorga y que lo sitúa a mediados del XIII (Lavedan 1935). En línea con la tesis de Ortoll, es verosímil entender la obra de Santa Caterina como una referencia para las catedrales del XIV. De hecho establece, junto con la de San Francisco, una luz destacable, entorno a los 14 metros.

La estructura obtenida es notable pues hasta entonces dominicos y franciscanos no habían abordado estructuras tan amplias y no serán superadas en el entorno catalán en los siglos comentados. En tierras occitanas, solamente el entorno de Tolosa de Languedoc muestra una búsqueda de estructuras límite, como la primitiva iglesia catedral de Sant Jaume, llamada nave raymondina, la iglesia del monasterio de Granselva, la iglesia de los Jacobinos (dominicos, con un proyecto no construido de una sola nave) y la iglesia de los franciscanos en la misma ciudad.

De los esquemas presentados por Ortoll para las fases sucesivas de Santa Caterina, destacaremos tres aspectos: el primero, que los arcos diafragmas de la primera fase se estaban situando en unas medidas muy superiores a las conocidas (por ejemplo en las naves dormitorios cistercienses como Santas Creus, unos 11 metros) y probablemente ya superando las limitaciones impuesta por la propia orden dominica (Durliat 1989); el segundo, habitual en las construcciones catalanas, consistente en igualar la luz libre entre soportes con la línea de imposta en que arrancarán las nervaduras de la bóveda (se puede observar en los casos de San Francisco, Pedralbes, el Pi y Manresa); el tercero, consistente en mostrar un contrafuerte que sufre alteraciones en su forma para adaptarse de los primitivos diafragmas a las bóvedas nervadas.

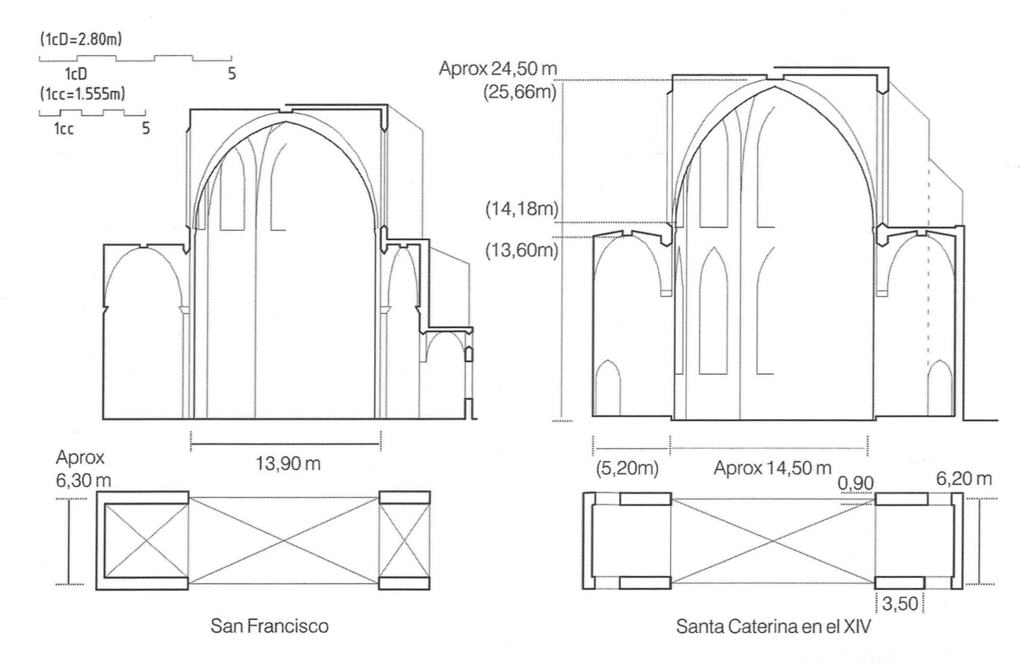


Figura 2
Iglesias de San Francisco y de Santa Caterina de Barcelona.

La iglesia del Pí y la catedral de Manresa

Unos años antes que Santa María del Mar, en 1322, también se había iniciado la iglesia de Santa María del Pí en sustitución de un templo anterior, mediante una nueva obra que se dilatará hasta el siglo el XV. La obra del Pí resulta de interés por la envergadura que alcanza, pues la iglesia incrementa la luz de las naves que se estaban produciendo en Barcelona (las dos iglesias mendicantes) hasta superar los 16 metros.

Casi al mismo tiempo, en 1328, se inicia la obra de Manresa, que ocupa el emplazamiento de la antigua basílica románica. En pocas ocasiones como aquí se va a conocer el maestro de obras o arquitecto, que a su vez tendrá el encargo de otras construcciones singulares como la iglesia del Carmen y el puente de nueve tramos sobre el río Cardener. Se trata de Berenguer de Montagut, maestro asimismo de Santa María del Mar. El ábside estaba concluido en 1345 y se cree que en 1353 ya se había finalizado el primer tramo de la nave, paralizándose la obra hasta el siglo siguiente.

Igual que en otras construcciones singulares como las catedrales de Girona o Mallorca, la basílica antigua debió servir de nave para talleres o plataforma de trabajo para la nueva obra, siendo su presencia constatada hasta finales del XIV.

Destacamos de Manresa varios aspectos singulares: por un lado, la conocida integración entre el espacio de la capilla y la nave lateral, cubierto mediante una sola bóveda; por otro, la robustez del contrafuerte que, sobre la bóveda lateral, todavía mantiene el carácter murario incorporando dos aberturas de arco de descarga de la bóveda central; finalmente, el uso de un pilar octogonal (como en Santa María del Mar o Mallorca) que orienta una de las aristas hacia las direcciones principales de la nave, es decir, girado respecto de las dos referencias citadas.

Se obtiene un espacio de nave únical de envergadura solo superada por la nave de Girona, sensiblemente superior al de la iglesia del Pi, aunque con la riqueza formal aportada por la nave lateral mixta.

Métricamente, se observan ciertas similitudes de procedimiento. El maestro utiliza la «cana destra» implantada en Barcelona para señalar la altura desde

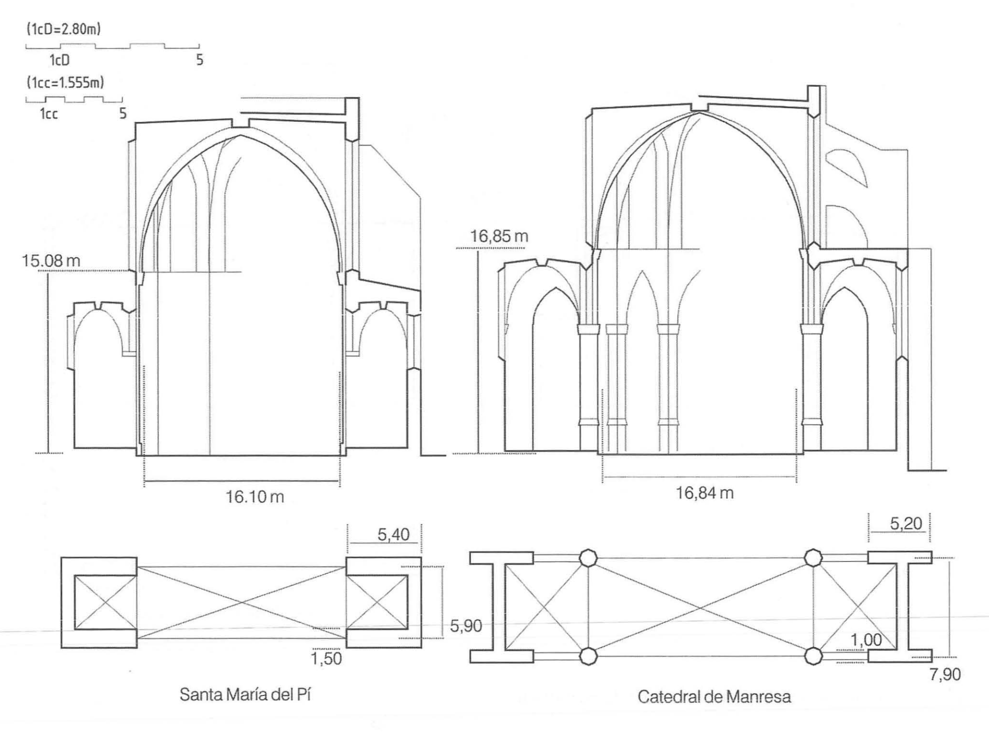


Figura 3
La iglesia del Pi de Barcelona y la catedral de Manresa (tramos tipo).

donde arrancan los arcos principales, y éstos presentan también una separación de unas 6 canas destres en la base.

Santa María del Mar

La nueva iglesia de Santa María del Mar se edifica sobre un antiguo templo, en el extremo de la calle del Mar que conducía desde la plaza del Blat hasta la explanada de arenas desecadas. Junto con el Born, establece una sucesión de dos «espacios salón», de culto y de vida (mercado, ferias, torneos), uno cubierto y otro descubierto, que vertebrarán la vilanova de la Ribera en su entrega con el mar.

Durante el periodo que dura la obra, entre los años 1318 y 1383 en que se coloca la última clave de bóveda, se producen pestes, epidemias, guerras contra los reinos de Mallorca y en el Norte de África, un terremoto y un incendio, y aun así la obra no se interrumpe. Hacia 1366 se habían terminado todas las capillas y en 1378 ya estaba cubierto el ábside y los tres primeros tramos, colocándose última clave de bóveda en 1383. Pese al periodo de inestabilidad descrito, Santa María del Mar consigue ser terminada en unos sesenta años y con una intervención de un número mínimo de maestros: Berenguer de Montagut y Guillem Metge.

Destacaremos de esta obra la diafaneidad del espacio interior debido a la esbeltez y separación de los soportes en ambas direcciones; el carácter de los muros que envuelven el espacio plegándose a modo de diafragmas para formar tramos y capillas; la utilización de la luz de modo compensado con el volumen que envuelve; y el uso de pequeñas líneas de imposta que marcan niveles estructurales.

La primera línea de imposta la encontramos a unas 4 canas destres, bajo las bóvedas y arcos de las capillas y sobre el que se produce el plano de rigidización transversal.

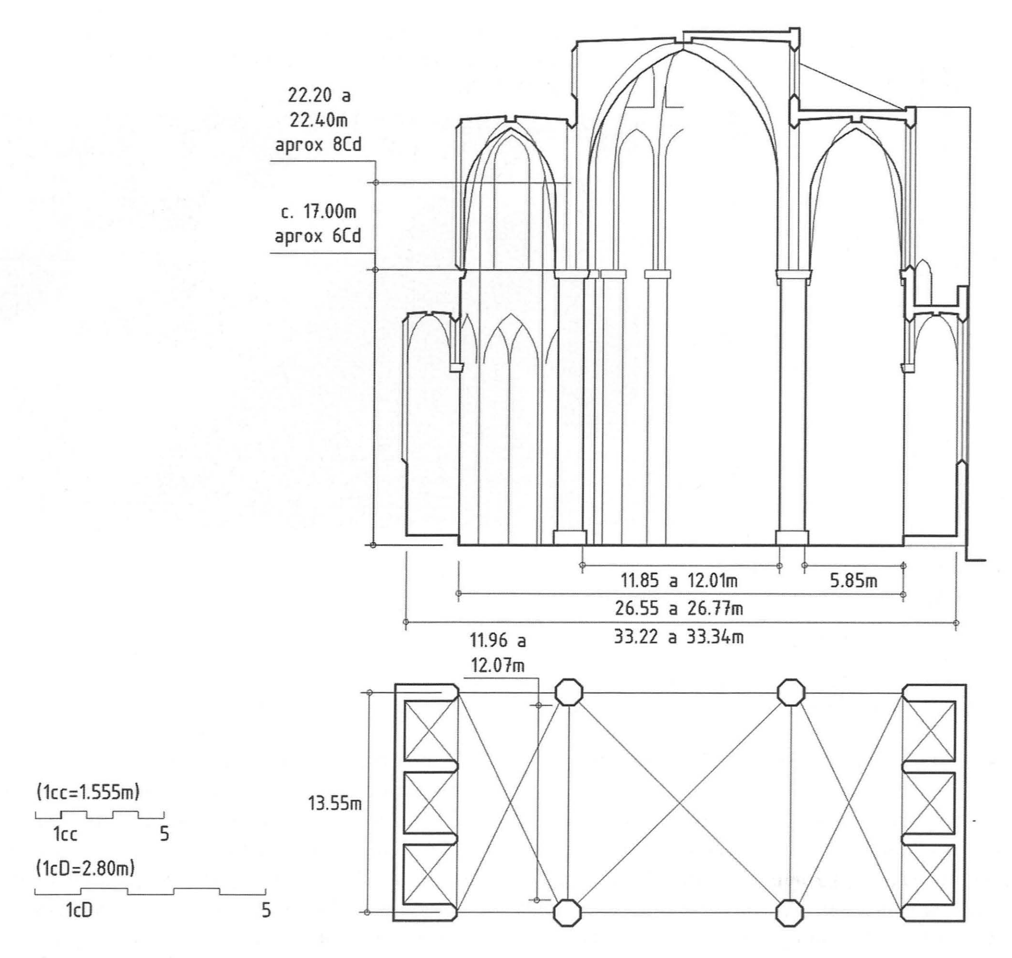


Figura 4
Santa María del Mar

La segunda línea de imposta tendrá más trascendencia estructural pues, situada a 6 canas destres, culmina los fustes octogonales de los pilares y contrafuertes; está la base de las grandes ventanas laterales y arrancarán todas las nervaduras, verticales o curvas, de las bóvedas.

El tercer nivel estructural se sitúa a unas 8 canas destres, donde se inician las curvaturas de los dobleros principales de la nave y sus correspondientes diagonales. Será la última gran plataforma de trabajo desde donde situar las cimbras de los arcos que se suponen autoestables debido a la gran distancia respecto al suelo. Las bóvedas laterales todavía no han sido concluidas por lo que desde ahí podrá terminarse sus rellenos del trasdós y la colocación de sus claves.

Los planos de atado son múltiples. El sistema de equilibrio es mejorado con un muro triangular sobre el arco toral lateral que, a la vez que recoge el agua de lluvia, acodala la nave central. (fig. 5).

Podemos entender la aparente perfección del modelo de Santa María como culminación de un modelo compuesto por varias naves de bóveda, que diferencia su altura y anchura para introducir una jerarquía espacial, y que incorpora quiebros en el plano de cubierta para permitir la entrada de luz.

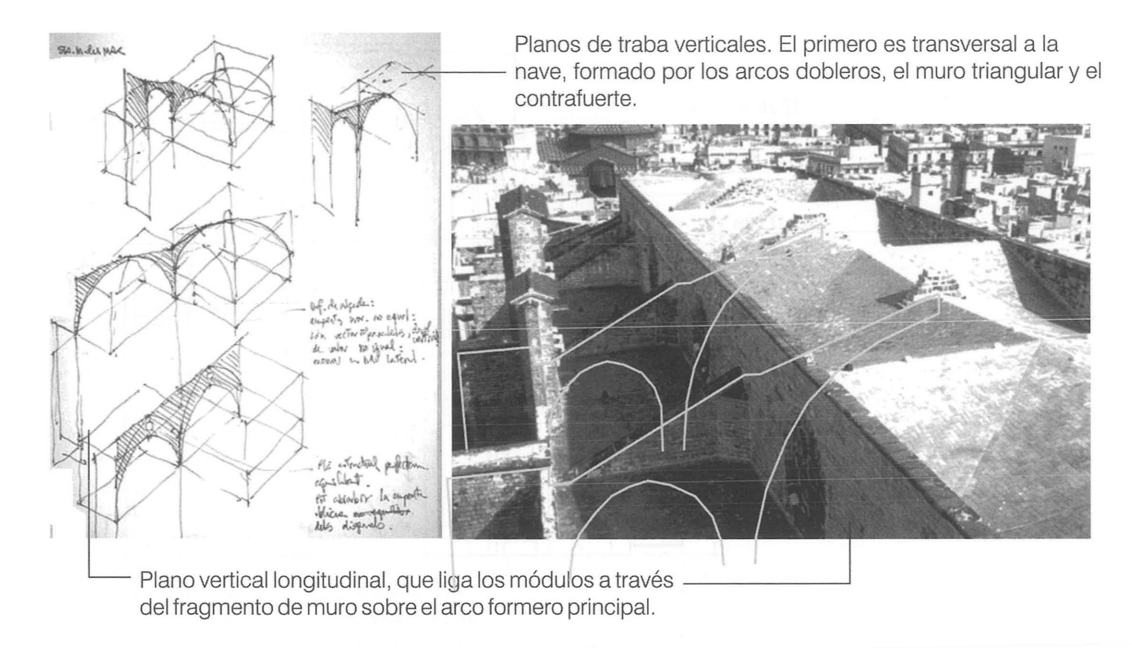


Figura 5
Planos de trabazón de la estructura muraria de Santa María del Mar.

Acerca de la estabilidad de los modelos

Aceptamos que el equilibrio de estas estructuras se consigue cuando las líneas de empuje de compresión convergen hacia las zonas centrales de la sección material, sea un arco, pilar o contrafuerte. Hemos usado esquemas de estática gráfica para comparar los modelos. Para calcular los empujes de las bóvedas usamos la tabla de Ungewitter (Heyman 1999), una vez medida la dimensión real de los tramos.

Estos sencillos esquemas nos permiten observar como el estribo de Santa Caterina o de San Francisco hubieran resultado escasos de no haberse ampliado (se obtiene una resultante fuera del tercio central), por lo que entendemos las limitaciones financieras de las comunidades religiosas, aunque también la sabiduría práctica que lleva a determinar la ampliación necesaria. ¿Entendían los maestros de vectores o fuerzas? Es evidente que no, aunque sí que debían tener unas reglas prácticas de dimensiones mínimas para ciertos umbrales de medida interior, como reglas de tercios o cuartos, ilustradas por tratadistas desde el Renacimiento, para el espesor de los contrafuertes.

Comprobamos también como en la iglesia del Pi el gran espesor de los contrafuertes (mucho mayor que en Manresa) provoca una seguridad excesiva en el equilibrio que éstos aportan a la sección estructural. El maestro Berenguer de Montagut pudo entender que la obra del Pi, iniciada unos años antes que la de Manresa, mostraba una desproporción que hiciera peligrar su progreso. Tanto en Santa María del Mar como en Manresa, diseñará un sistema de equilibrio consistente en reducir la cantidad de material distanciando para conseguir una mayor inercia o brazo de palanca. (fig. 7).

El resultado obtenido en Manresa puede considerarse como un diseño óptimo en el sentido de que, manteniendo una luz similar a la iglesia del Pí, aumenta la superficie de bóveda que recibe (de 5,90 pasa a 7,90 m), eleva su cota de arranque de los arcos (de 15.08 pasa a 16.85 m) y por tanto incrementa el momento de vuelco que deberá equilibrarse y en cambio consigue reducir la masa del conjunto equilibrante formado por el contrafuerte escalonado, los gruesos arbotantes y el soporte central octogonal respecto del gran contrafuerte de la iglesia del Pí (de un peso de 4400 se pasa a unos 4000 kN).

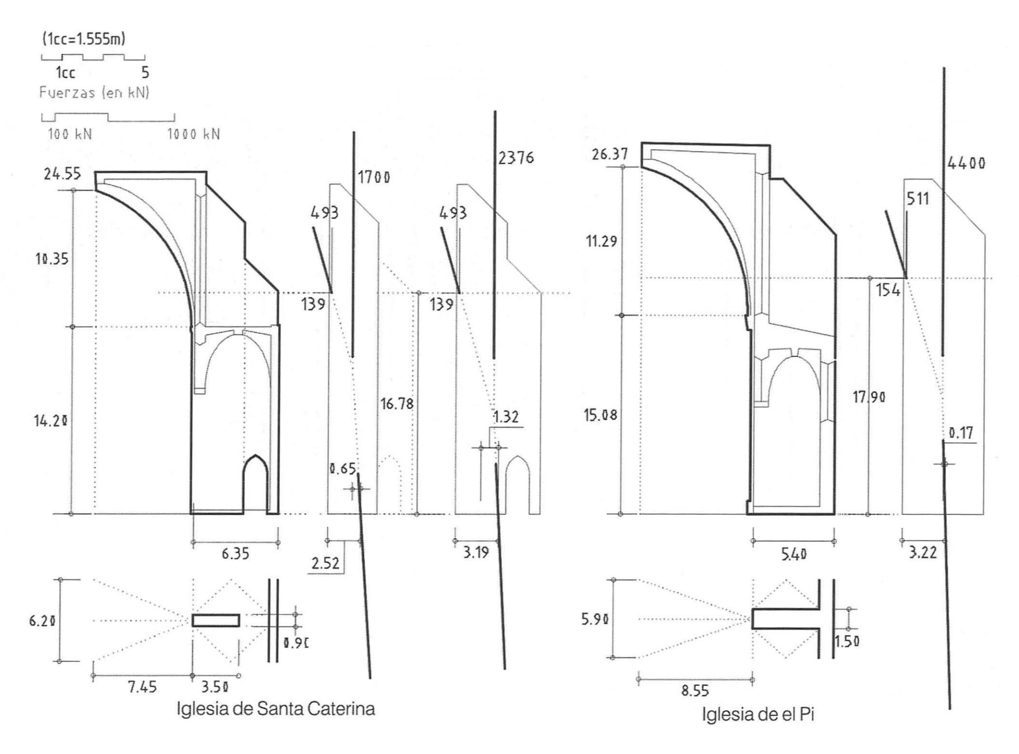


Figura 6
Esquema de equilibrio en Santa Caterina y en la iglesia del Pi.

Manresa y Santa María del Mar abarcan una anchura global del espacio similar interior y una base de contrafuerte similares. Sin embargo, la luz del toral es mucho menor en Santa María del Mar (unas 4 canas destres) respecto de Manresa (cerca de 6 canas destres), la superficie de bóveda que recoge es mucho mayor y se sitúa a una mayor cota.

Puede interpretarse la obra de Santa María como una construcción extrema, donde se propone un descenso de colateral respecto de la nave principal, de dimensión justa para recoger los empujes y para incrementar la altura del espacio interior y por tanto la sensación de una sola nave.

Conclusión

Berenguer de Montagut dispone, en la ciudad de Barcelona, de un abanico de experiencias de las que podrá aprender y reinterpretar como si de maquetas experimentales se tratara. De cada una extraerá su lección, sobre la manera en que se puede ampliar un contrafuerte o ubicar capillas que articulen el espacio lateral.

En las obras de más envergadura, como Santa Caterina, debió entender que alcanzaba dimensiones óptimas para las nuevas empresas catedralicias. Los maestros dominicos, que tradicionalmente habían desarrollado las obras más innovadoras, no volverán a superar este umbral, pues después vendrán tiempos de recesión para las propias órdenes.

Concluimos apuntando que se trata de un modo de construir que aplica los avances de las técnicas de bóveda de crucería a una manera de caracterizar los espacios propia de los territorios meridionales, que aparentemente usa unos patrones de la época para facilitar una estructura interior más legible y construc-

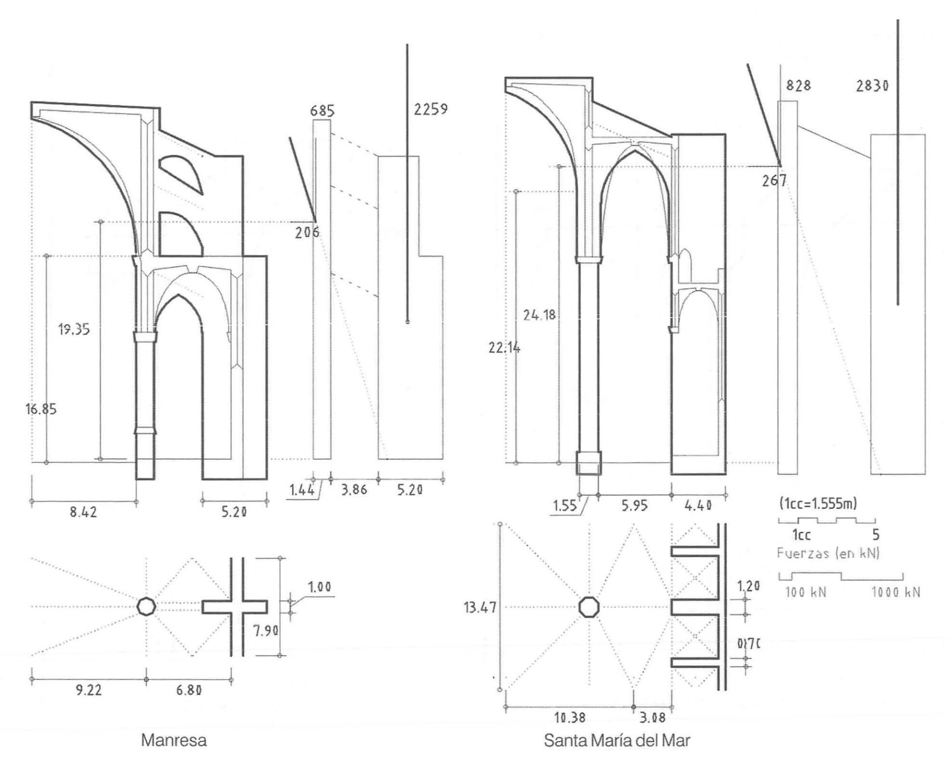


Figura 7
Esquema de equilibrio en Manresa y Santa María del Mar.

tiva, que entiende el equilibrio que se produce en los modelos, y que coloca de forma óptima las masas equilibrantes, y que investiga la obtención de espacios cada vez más amplios. Sin este tipo de experiencias previas no se podrán entender los procesos cumbre del gótico catalano-aragonés que, entendemos, constituyen las obras de las catedrales de Mallorca y Girona.

Notas

1. Las planimetrías del convento de Santa Catalina de Barcelona las realiza José Casademunt en 1837 durante el derribo del convento, y se acompañan de una memoria. Publicadas por A. Casademunt en 1886 y conservadas en el Archivo de la Reial Acadèmia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi.

Lista de referencias

Bechmann, Roland. 1989. *Les racines des cathédrales. La construction gothique:* 193. Payot, Paris.

Cirici, Cristian y Jordi Gumí. 1974. *L'art gòtic català. L'arquitectura als segles XIII i XIV:* 62 edicions 62, Barcelona.

Durliat, Marcel. 1989, *L'art dans le Royaume de Majorque:* 67. Éd. Privat, Toulouse y Palma.

Giné, Anna. 1988. El convent de Sant Francesc de Barcelona. Reconstrucció hipotética. *Acta Mediaevalia,* 9, pag. 228.

Heyman, Jacques. 1999. *El esqueleto de piedra:* 74. Instituto Juan de Herrera. Madrid.

Lavedan, Pierre. 1935. *L'Architecture gothique religieuse en Catalogne,* Valence et Baléars: 80. Ed. H. Laurens, Paris.

Moneo, Rafael. 1978. On typology. *Oppositions*, nº 13.

Ortoll, Ernest. 1996. Algunas consideraciones sobre la iglesia de Santa Caterina de Barcelona: 49. *Locus Amoenus 2*. Barcelona.

Tarragó, Salvador. 1998. Ensayo de medición de los espacios abovedados: 115. Apuntes del curso *Las grandes bóvedas hispanas*. CEHOPU.

El pantano del Chorro. Forma de cálculo y procesos constructivos en presas

Antonio de las Casas Gómez

Al amparo de la ley de aguas de 1879 en 1902 se publica lo que podríamos denominar como el primer plan nacional de obras hidráulicas, más conocido como Plan Gasset en honor al Ministro del ramo que lo fue en 9 ocasiones. En el se contemplaban 205 obra entre las cuales se encuentra con el número 32 los "Pantanos de los Tajos de los Aviones" situado en el río Turón, afluente del Guadalhorce, en el paraje del mismo nombre. Con el mismo se pondrían en riego 1.500 Has en el término municipal de Ardales.

En la misma lista se encontraban en la provincia de Málaga: con el número 68 el Pantano de los Tajos de Hoz sobre el río Teba del cual se había elaborado un anteproyecto un par de años antes; con el número 94 los de Casasola y el Agujero sobre los ríos Campanillas y Guadalmedina respectivamente, ambos pensados para crear regadíos y construidos finalmente para laminar las avenidas, el primero aún sin servicio y el segundo inaugurado en 1920 y hoy prácticamente inutilizado por la posterior construcción de la presa de El Limonero. Con el número 119 se contemplaba el Pantano de la Peña de los Enamorados en el término de Antequera finalmente desechado por razones geotécnicas.

En los últimos años del siglo XIX, en 1894 se funda la Compañía Sevillana de Electricidad y 1896 se fundan dos sociedades destinadas a la producción y distribución de energía eléctrica en Málaga. Unos años después 1903 se funda la Compañía Hidroeléctrica del Chorro a la que Jorge Loring aporta la concesión obtenida para explotar un caudal de 2.500 litros/seg, poco después aumentado hasta 4.500, del río de Guadalhorce entre el Tajo de los Gaitanes y la estación ferroviaria del Chorro, según un proyecto elaborado por el ingeniero Leopoldo Werner. Los otros socios fueron Francisco Silvela, Ricardo Heredia y Rafael Benjumea, todos unidos por lazos familiares. Los tres primeros pertenecían a las grandes familias malagueñas enriquecidas a la sombra del desarrollo industrial y comercial de la ciudad y la construcción de los ferrocarriles. Benjumea por su parte, Ingeniero de Caminos de origen sevillano, había contraído matrimonio con Isabel Heredia, hija de Ricardo. La central comienza su explotación a finales del año 1904 bajo la dirección de Rafael Benjumea.

A este aprovechamiento pertenece el acueducto construido en 1904 por José Eugenio Ribera mediante el sistema de utilizar armaduras rígidas autoportantes posteriormente revestidas de hormigón ante la imposibilidad de colocar una cimbra convencional y armadura de redondos de acero. Para realizar los trabajos en tan difícil enclave hubo que recurrir a la intervención de marineros acostumbrados a subirse a los mástiles de los veleros. El camino de servicio del canal construido sobre las paredes verticales del desfiladero de los Gaitanes es conocido como caminito del rey y desgraciadamente hoy se encuentra en ruinas.

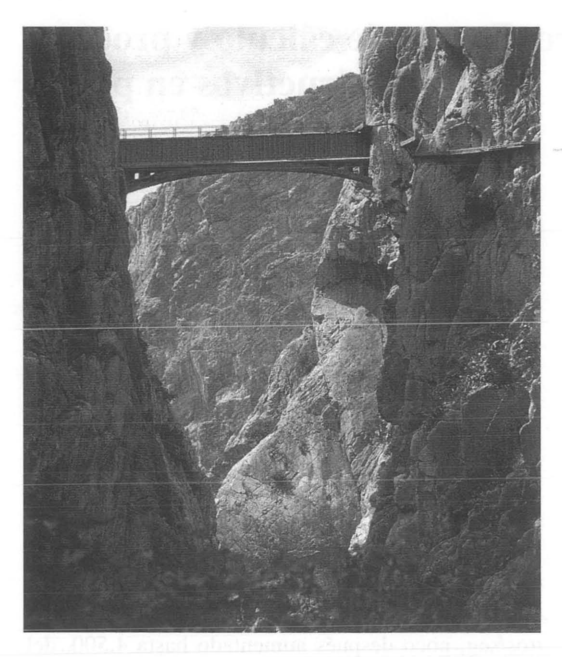


Foto 1. Acueducto de el Chorro

El proyecto de la presa

Los fuertes estiajes sufridos por el río hicieron inmediatamente pensar en la necesidad de la construcción de una presa de regulación, pero las inundaciones producidas en el año 1907 que inundaron la Central y el posterior incendio de la misma sumieron a la empresa en una profunda crisis y quedó bajo administración judicial entre 1909 y 1916 aunque siempre bajo la dirección de Benjumea. En 1908 el propio Leopoldo Werner redacta un proyecto de presa de 32 m de altura y una capacidad de 20 Hm^3 en el río Turón que no llega a construirse.

Consecuencia directa de estas inundaciones fue también la creación al año siguiente de la División Hidráulica del Sur de España con la finalidad de ejecutar obras para evitar las inundaciones de la ciudad y llevar a cabo obras de regadío que mitigasen la pobreza de la población, desgajándose de la División Hidráulica del Guadalquivir. En ella trabajaba el ingeniero Manuel Jiménez Lombardo, figura destacada en el desarrollo de las obras públicas de la provincia de Málaga en las primeras décadas del siglo XX y fue quien recogió la idea de construir un embalse de regulación en el río Turón, una vez descartado el realizarlo en el río Guadalhorce en el propio desfiladero de los Gaitanes, para no inundar el ferrocarril Málaga-Córdoba que transcurría junto a él.

En tanto el año 1911, coincidiendo con la muerte de Joaquín Costa que tanto había contribuido a la difusión de la importancia de las obras de regadío, se publica la Ley de Construcción de Obras Hidráulicas según la cual las obras emprendidas por "una Comunidad de regantes, Asociación de propietarios, Sindicato agrícola… etc. debidamente constituidos" podrán recibir auxilios de hasta el 50% a fondo perdido y un anticipo del 25% en concepto de préstamo reintegrable en 25 años. El proyecto elaborado por Jiménez Lombardo ve finalmente la luz siendo aprobado provisionalmente en 1913 y definitivamente el año siguiente iniciándose las obras en el mes de septiembre del mismo año, bajo la dirección de la División Hidráulica del Sur de España hasta que en el mes de diciembre queda constituida la Junta de

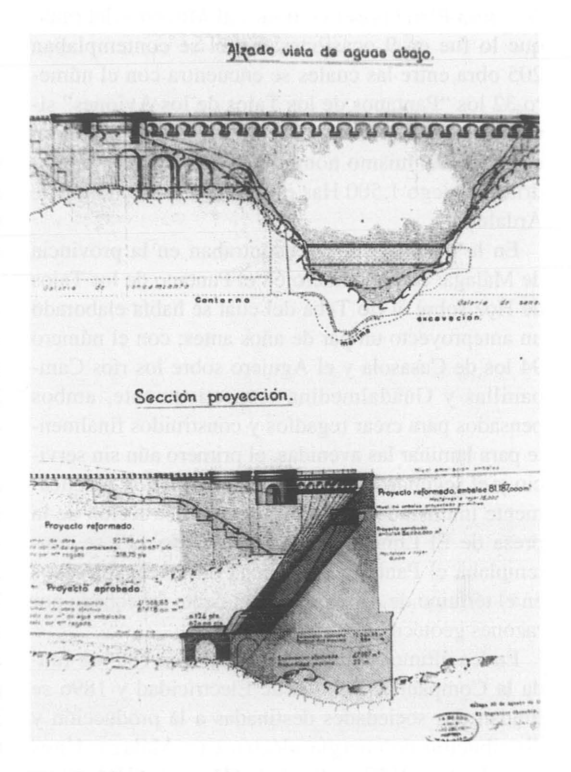


Foto 2. Alzado y sección

Obras del Pantano del Chorro y nombrado Ingeniero Director Rafael Benjumea Burín que permaneció en el cargo hasta 1925 cuatro años después de su finalización.

El citado proyecto consistía en una presa de 35 m de altura sobre el cauce y planta circular de 125 m de radio, con una capacidad de 22,8 Hm^3 situada en el collado que se encuentra frente a la actual casa de Administración del actual embalse. El emplazamiento fue posteriormente modificado llevando la presa a su emplazamiento actual algunos cientos de metros aguas abajo del primitivo.

Bajo la dirección de Benjumea, persona de amplias miras y notable energía, el proyecto de la presa pasa inmediatamente de los 35 m iniciales previstos, a elevarse, en una primera fase, a los 50 m de altura y una capacidad de 81 Hm^3 que permitirían poner en riego 16.000 Ha. Para completar las aportaciones del río se construía un canal para añadir las aguas del río Guadalteba.

Una ampliación posterior, prevista desde el principio pero a desarrollar cuando la extensión de los regadíos lo demandase, podría aumentar la capacidad hasta los 100 Hm^3 y llegar a las 25.000 Has de regadío, para ello el canal antes descrito se prolongaría hasta el río Guadalhorce.

El proyecto reformado se finaliza en 1917 aprobándose definitivamente el año siguiente.

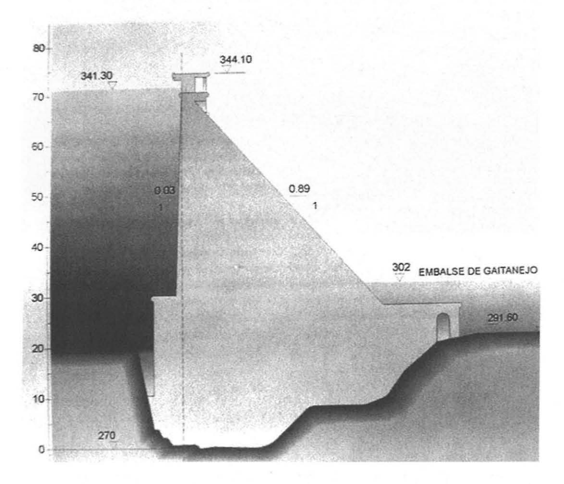


Foto 3. Sección actual

El desarrollo de las obras

En primer lugar se elige la cantera de piedra caliza situada a 1500 m de la presa en la margen derecha del río Guadalteba y para trasladar el material se construye un ferrocarril de tracción eléctrica y 50 cm de ancho de vía. Con ello se conseguía una piedra de mayor densidad y podía mejorarse el perfil de la presa.

La arena se coge en el lecho del propio río Turón y el cemento se fabrica en su mayor parte en una fábrica establecida junto al apeadero del Coscojal en la línea del ferrocarril de Córdoba a Málaga, por la que llegaban igualmente el resto de los materiales, Desde allí hasta la presa eran conducidos a través del mismo ferrocarril que llegaba a la cantera. El transporte de la arena es el único que se realiza mediante el sistema tradicional de burros con albardas, sin duda para dar trabajo a los lugareños y mejorar su situación económica

Se construye una ataguía de gaviones y un túnel en la ladera derecha para el desvío provisional del río que permita la construcción de la presa. La excavación de los cimientos que se había previsto entre cuatro y seis metros debió bajarse hasta los 25 m por debajo del cauce para llegar a la roca arenisca compacta. Para asegurar el encaje en la misma y la impermeabilidad en las grietas y diaclasas que aparecen se practicaron unas galerías en las mismas que se rellenaron posteriormente con hormigón ciclópeo.

Para medir la permeabilidad de las rocas areniscas de la cerrada se encargaron unos ensayos al Laboratorio Central de Ensayo de Materiales que funcionaba en la Escuela de Caminos de Madrid desde 1898, pero no contento con los resultados se hizo un ensayo "in situ" consistente en practicar una perforación de 24 mm de diámetro y 500 de longitud sobre un bloque cúbico de 50x75x100 cm., sobre el que se colocaba un tubo de 25 mm de diámetro que, apoyándose sobre la ladera, se elevaba 50 m y terminaba en un depósito que se mantenía siempre lleno. De esta manera se comprobó que después de unos pocos días el agua dejaba de fluir por las paredes, lo cual permitía pensar que lo mismo ocurriría en la roca y así ha sido pues desde su inauguración no ha habido problemas importantes de filtraciones.

Una de las características de esta obra, seguramente por primera vez en España, fue la utilización exhaustiva de maquinaría eléctrica, aprovechando la

energía proporcionada por la propia Hidroeléctrica del Chorro, e incluso en ciertas etapas se iluminaron los tajos para poder trabajar en turnos de noche. Entre otras había las siguientes: bombas eléctricas de distintos tamaños; un convertidor de corriente alterna en continua para la tracción de los tractores eléctricos que transportaban los materiales; seis grúas eléctricas de hasta 3.000 Kg; varias hormigoneras con motor eléctrico, una trituradora y clasificadora de piedra para la producción de áridos; varios cabrestantes para planos inclinados; varios cables trasportadores para los cubos de hormigón; compresores de aire para mover martillos mecánicos y otras máquinas menores. El pago de esta energía eléctrica a la propia Hidroeléctrica del Chorro supuso un alivio en las finanzas de la misma que habían sido muy precarias como se indica más arriba.

En el cuerpo de la presa el mortero previsto para ejecutar la mampostería ciclópea se sustituyo por hormigón con una dosificación de 400 Kg de cemento por m^3. El peso de los mampuestos se movía entre los 500 y los 2.000 Kg que se colocaban previamente rellenando posteriormente con hormigón los espacios entre ellos. El hormigón era transportado hasta el tajo en cubetas acercadas en ferrocarril y finalmente mediante cables y distribuida en los tajos mediante tubos consistentes en troncos de conos que se encajaban unos en otros, solución utilizada hasta fechas recientes.

El paramento aguas arriba se cubre con sillares de piedra de 50 a 60 cm de altura y el de aguas abajo con mampostería concertada con grandes piedras de

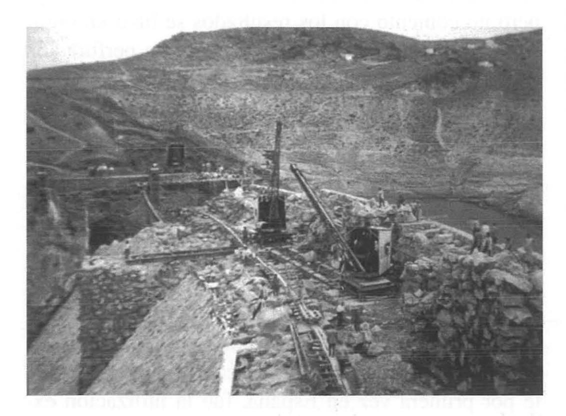


Foto 4. Obras de la presa

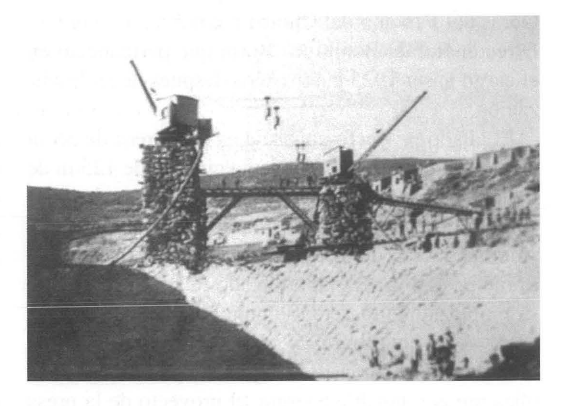


Foto 5. Obras de la presa

color rojizo que le dan un aspecto muy atractivo y se conservan sin deterioro alguno.

El plan de obras preveía el llenado parcial del embalse antes de su finalización. Estando la presa a medias se produce una gran avenida y el agua pasa por encima del muro produciendo solamente pequeños desperfectos.



Foto 6. Paramento aguas abajo

El desagüe de fondo se hace utilizando el túnel de desvío del río excavado en el lado derecho de la presa, y dotado de dos juegos de compuertas de los cuales solamente uno llegó a funcionar. Sin embargo quedo rápidamente aterrado en los dos extremos, en el superior por el aterramiento del propio embalse y

en el inferior por el aterramiento producido en el embalse de Gaitanejo construido aguas abajo y que supuso la inundación de 11 m de la presa. Por ello hubo de construirse un nuevo desagüe de fondo que consta de una galería inicial de 23 m dotada con una rejilla para impedir el paso de grandes objetos; una cámara de válvulas a la que se accede por una galería de 100 m. con dos juegos de válvulas, una de compuerta y otra anular, con una capacidad de desagüe de 12 m^3/seg cada una; y una galería de desagüe que funciona en lámina libre y tiene una longitud de 91,80 m.

El aliviadero con el labio a la cota 338,0 m tiene una longitud de 32 m y está situado fuera de la presa cerca del estribo izquierdo y formando un ángulo de 90^0 con la misma en la Cañada de la Moneda. Su capacidad es de 300 m^3/seg y está dotado de compuertas móviles elevando 2 m la cota. Tras el recrecimiento de 1947 el labio se situa en la cota 338,40 y las compuertas pasan a tener 4,5 m de altura lo que da una capacidad de desagüe de 624 m^3/seg. Estaba previsto que con crecidas mayores el agua pudiera verter con una lámina de 2 metros sobre el cuerpo de la presa, posibilidad que no se consideró tras el último recrecimiento con lo que podría evacuarse una avenida de 1.200 m^3/seg.

En 1921 el monarca Alfonso XIII firma el documento de finalización de las obras en una mesa y sillón de piedra construidos al efecto y que aún se conservan en la presa.

Como reconocimiento a la labor realizada en la construcción de la presa el rey concede a Rafael Benjumea el título de Conde de Guadalhorce y a la presa, denominada hasta 1953 como Presa de El Chorro, se le cambia el nombre por el actual de Presa del Conde de Guadalhorce.

En el año 1947 se lleva a cabo el recrecimiento de la presa elevándola 4,10 metros hasta los 74,10 sobre cimientos, mediante una arquería de piedra que formalmente encaja muy bien sobre la presa primitiva. A la vez se construye la central de pié de presa con una potencia de 3.300 Kw.

CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD

Ya se ha dicho que la presa es de planta circular, originariamente de 125 m de radio, que al aumentar su altura se convirtieron en 130. Esto aseguraba la transmisión de esfuerzos producidos por el empuje hidrostático del agua a los estribos pero sin embargo ello no es tenido en cuenta en el cálculo del cuerpo de la presa, cuya estabilidad se confía solamente a la sección triangular. Este tipo de presas, denominadas generalmente de arco-gravedad, eran consideradas en el siglo XIX típicas de España donde son conocidas desde el siglo XIV, cuando se construye la presa de Almansa que es la más antigua que se conoce. La misma forma tienen otras muchas presas en nuestro país y entre ellas la presa de Tibi que con sus 41 m de altura ha sido la más alta del mundo durante casi 300 años.

Hasta mediados del siglo XIX las presas se hacían según reglas que dictaba la experiencia y había mucha inseguridad en el diseño. Tratada la presa como un sólido rígido apoyado sobre el suelo, de acuerdo con la mecánica racional debía resistir al vuelco y al deslizamiento, es decir la resultante debía estar dentro de la base de la presa y formar con la vertical un ángulo menor que el de rozamiento. En algún caso como ocurre en Minard introduce el coeficiente de seguridad de dos. En este momento se utilizaban perfiles con el talud aguas arriba casi vertical y el de aguas abajo en general escalonado, aunque en Francia todavía con frecuencia se hacían al revés hasta

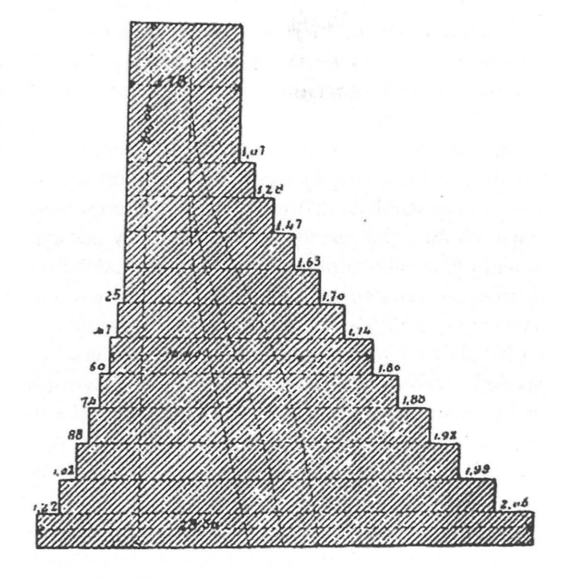


Foto 7. Sección ideal de Sazilly

que ello ocasionó importantes problemas de estabilidad en algunas presas, entre otras en la de Gros Bois, que hubo que reforzar.

La experiencia adquirida en estos fracasos le lleva al ingeniero francés Sazilly a publicar en 1853 una memoria en que hacía aplicación de la distribución de presiones indicadas por Mery en la conocida como ley del trapecio, y a las condiciones arriba indicadas añadía la de que la presión en la mampostería y en los cimientos no excediera de una cantidad en ambos paramentos, con embalse lleno y vacío, que fija en una cantidad muy reducida de 4 kg/cm^2. A ello añadía que no hubiera posibilidad de deslizamiento en un plano trazado en el macizo. Con ello obtiene un perfil de igual resistencia, construido con paramentos escalonados, tanto el de aguas arriba como el de aguas abajo.

Estas ideas poco después fueron perfeccionadas y puestas en práctica por Delocre que rechaza el perfil escalonado por aumentar el volumen, exigir fábricas más cuidadas y favorecer la vegetación y lo sustituye por una superficie curva aunque en realidad en el cálculo toma un perfil poligonal. Siguiendo sus principios el ingeniero Elzeario Boix proyecta en España la presa del Villar en el Canal de Isabel II de Madrid y su experiencia la recoge en el libro titulado *Estabilidad de las construcciones de Mampostería*. Delocre ya tomaba tomaba como presión máxima la de 6 Kg/cm^2 aunque en algún proyecto suyo la eleva hasta 6,5, muy lejos de los 12 de la presa de Almansa. De acuerdo con la tradición española Delocre propugna la planta circular aunque el efecto favorable aún no es tenido en cuenta.

Años después Rankine avanza en la dirección de Sazilly y Delocre introduciendo la idea importante de que en la proximidad de los paramentos la presión se ejerce en dirección paralela a los mismos y que por lo tanto la tensión admisible en los mismos debe ser tanto menor cuanto mayor sea la inclinación y por otro lado que la mampostería no debe estar sometida a tracción en ningún punto por lo que las líneas de presiones deben estar siempre, tanto con el embalse lleno como vacío, dentro del tercio central. Asi empieza a verse la importancia que puede tener la subpresión producida por introducción de agua a través de las grietas en el paramento aguas arriba.

Años después Leblanc, Bouvier y Guillemain hacen ver que las máximas tensiones no deben estudiarse sobre secciones horizontales y por lo tanto debían considerarse éstas sobre planos normales a la resultante, obteniendo de esta forma resultados mayores a los obtenidos hasta entonces.

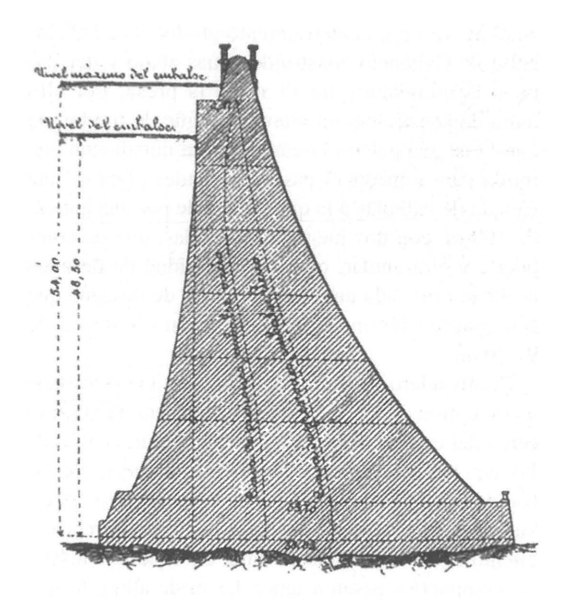


Foto 8. Sección ideal de Delocre

Castigliano, Pelletreau y Wegmann son los primeros que proponen el perfil triangular con el perfil aguas arriba vertical y el de aguas abajo con una inclinación igual a la raíz cuadrada de la relación de pesos específicios del agua y la fábrica. A este perfil teórico se le añade en la parte superior un trapecio para dar un ancho determinado a la coronación y permitir un resguardo por encima del nivel superior estimado. Paralelamente Unwin en Inglaterra y Wemann en Estados Unidos hacen ver que las estimaciones del peso tomadas hasta ahora para el cálculo no tenían en cuenta la subpresión producida por el agua que penetra por las fisuras y con ello explican los fallos producidos en algunas presas.

En 1880 en los cálculos de la presa de Wyrnwy, los ingenieros Deacon y Huwskley tienen en cuenta las subpresiones y dejan por primera vez tubos de drenaje para disminuir éstas. Como consecuencia de la rotura de la presa de Bouzey en Francia en 1895 se produce una importantísima discusión entre peritos judiciales y un rápido avance de los estudios tanto teóricos como experimentales y dos años después una circular obliga en Francia disminuir en 100 Kg/m^3 el

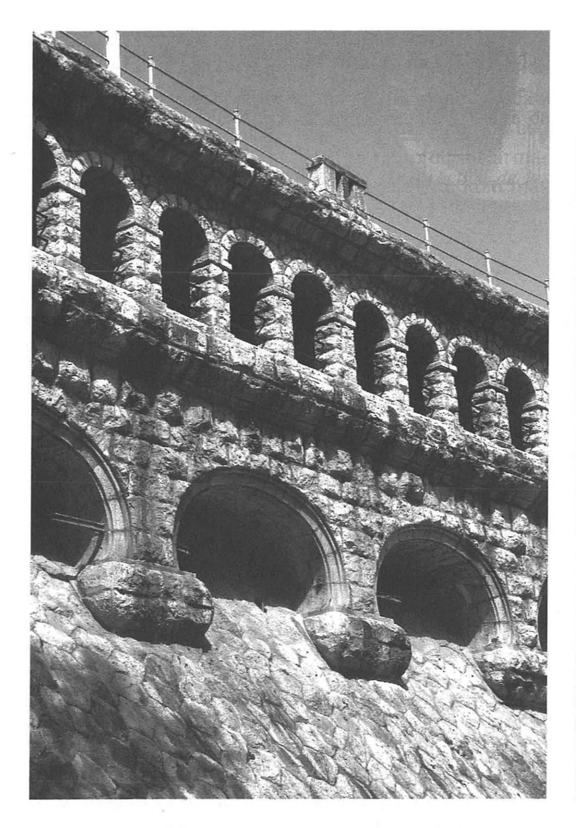
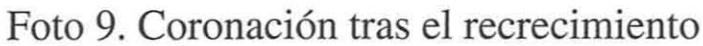



Foto 9. Coronación tras el recrecimiento

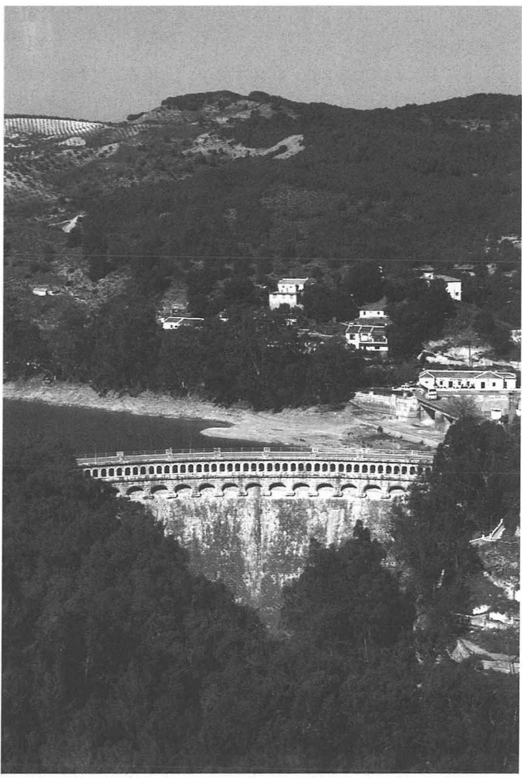


Foto 10. Vista general de la presa

peso específico del material empleado, medida que después se verá que es claramente insuficiente. También comienza a verse la importancia que pueden tener las grietas verticales que por efectos de la temperatura y otras causas pueden producirse en el conjunto cuando la presa es de gran longitud y especialmente la aparición de tracciones en el paramento aguas arriba de la presa.

Es Maurice Levy quien hace unas recomendaciones más ajustadas al exigir que la compresión en cualquier punto del paramento aguas arriba sea igual o superior a la presión hidrostática a esa profundidad y a la vez dejar drenajes junto a este paramento para evacuar las filtraciones cuanto antes. Con ello a las condiciones de resistencia al vuelco y al deslizamiento se añade el de resistencia a la intrusión de agua en el cuerpo de la presa. Igualmente añade la necesidad de hacer el talud aguas abajo más inclinado, criterio que daba unas secciones más gruesa que las obtenidas con los criterios de Mery y Bouvier. Estos criterios fueron aplicados primeramente para las presas de mampostería y posteriormente para las de hormigón, ya que tanto unas como otras presentan una reducida resistencia a la tracción.

Estas son por tanto las principales ideas tenidas en cuenta para el cálculo de la presa del Chorro, ya que el método de Pigeuad aparece en 1923.

Conclusión

Son múltiples las razones que hacen que nos encontremos ante una presa de un gran valor desde el punto de vista de la Historia de la Construcción y a modo de resumen podemos citar las siguientes:

1. Es una de las primeras presas construidas para su aprovechamiento hidroeléctrico.
2. Es un ejemplo de confluencia de intereses privados y públicos y de la relación no siempre ejemplar entre los mismos.
3. Para su financiación se aprovechan las ayudas propiciadas por la Ley de Construcción de Obras Hidráulicas de 1911, para lo cual se crea el sindicato de regantes.
4. Además del aprovechamiento hidroeléctrico la presa permite la mejora y extensión de los regadíos de la Vega del Guadalhorce, zona hasta el momento sumida en una profunda depresión. El embalse tuvo en su momento una enorme importancia socio-económica.
5. La presa es en sí misma una construcción de un indudable valor artístico, relacionada formalmente con la estética de la arquitectura del momento y no parece descabellado relacionarla con la arquitectura de Gaudí.
6. La labor medioambiental propiciada por la construcción del pantano, especialmente en lo que se refiere a la reforestación del entorno para evitar su aterramiento, es bien patente en las fotos que se conservan de la época de la construcción y su comparación con las actuales.
7. El embalse forma parte de un conjunto de obras públicas verdaderamente excepcional que confluye con un entorno natural extraordinario. En el se encuentran además de la presa del Conde de Guadalhorce, la línea del ferrocarril Málaga-Córdoba inaugurada en 1864 que atraviesa tan complicado lugar mediante numerosos túneles y puentes; el acueducto de El Chorro y el caminito del Rey; la presa de Gaitanejo; los nuevos embalse de Guadalhorce y Guadalteba; la central reversible del Tajo de la Encantada; y por último los impresionantes viaductos de la nueva línea del AVE Córdoba-Málaga.
8. Su proyecto incorpora todos los avances producidos hasta el momento en el campo de las presas.
9. Es la primera presa y una de las primeras construcciones en España que incorpora el uso de maquinaria eléctrica de forma masiva.
10. Es uno de los escasos ejemplos en donde una obra pública queda asociada al nombre de uno de los ingenieros que tuvieron un papel destacado en su construcción.

Bibliografía

Brioso Raggio, Tomás: *El pantano del Chorro*, Málaga, 1938

Compañía Sevillana de Electricidad: Cien Años de Historia, Sevilla, 1994

Brotons Pazos, Juan: *El embalse del Chorro, un hito en la política hidráulica en el umbral del siglo XX.* Ministerio de Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Sur, Málaga, 1999

Jimenez Lombardo, Manuel: *Pantano del Chorro sobre el río Turón*, Revista de Obras Públicas, 1914, (2019), 271-278; (2020), 283-288; (2022) 315-317

Aguilo, Miguel: La enjundia de las presas españolas, ACS, S.A., Madrid, 2002

Nicolau Sabater, Nicolás: *El perfil de las presas de fábrica.* Revista de Obras Públicas, 1899, (1232), 178-186; (1234); (1236); (1237); (1243); (1248)

Nicolau Sabater, Nicolás: *Bibliografía de presas y pantanos*. Revista de Obras Públicas, 1904, (1514), 559-562; (1515); (1516); (1517)

Granda, Enrique G.; Aplicación de la Teoría de Levy a las presas vertedero. Revista de Obras Públicas, 1910, (1791), 28-31

Racionalidad sísmica en la arquitectura ojival: tipos estructurales y constructivos

María Josefa Cassinello

La tierra se estremecía con grandes vaivenes y subterráneos bramidos y los truenos que en sus entrañas se oían atemorizaban á los más valientes.
Conde 1812

La indudable primacía de Francia como cuna del nacimiento de la Catedral Gótica ha sido extrapolada históricamente de forma errónea, interpretando que en su difusión por Europa el modelo estructural de esqueleto pétreo fue único sin más variaciones que las adquiridas en cada lugar por costumbrismos constructivos y estéticos sumados a la propia evolución del estilo. Sin embargo los maestros medievales modificaron los esqueletos pétreos de sus catedrales por razones de estabilidad incorporando nuevos elementos estructurales como potentes entramados de enjuntas, transformando también sus geometrías y configuraciones constructivas en aquellas zonas donde la dramática experiencia vivida les demostró que para alcanzar la estabilidad era necesario contar con el hecho de que algunas veces la tierra temblaba con tanta fuerza que era capaz de arrasar, no solo catedrales sino ciudades enteras que quedaban convertidas en montañas de escombros.[1]

Por esta razón, y aunque no ha sido tenido en cuenta hasta la fecha, en España existen dos tipos estructurales claramente diferenciados, el construido en las catedrales de Castilla y Galicia que sigue el modelo francés, como las catedrales de León o de Burgos que corresponden a zonas de baja sismicidad, y otro tipo construido en Andalucía y Cataluña, zonas donde tal y como demuestran los datos sísmicos históricos, los maestros medievales fueron conscientes de la necesidad de modificar sus esqueletos pétreos en pro de la estabilidad frente a los posibles temblores de tierra. Este hecho invalida todos los análisis estructurales realizados tomando de forma indiscriminada el modelo francés ya sea desde el punto de vista plástico o elástico. La realidad de la catedral demanda un cambio de modelo analítico que reproduzca la específica configuración constructiva de su esqueleto pétreo estructural.

Trazado y Estabilidad

El funcionamiento estructural de las catedrales góticas, al igual que el de todas las obras de fábrica abovedada esta basado en su Estabilidad y esta depende directamente del Trazado Geométrico de su esqueleto así como de su específica Configuración Constructiva. Por esta razón y porque el objetivo de los maestros medievales era hacer penetrar la luz en el templo abandonando la oscuridad, tras un largo periodo de experimentación en el siglo XII surgió la bóveda de crucería gótica generando un nuevo tipo de esqueleto pétreo que al dirigir y concentrar en puntos concretos las resultantes de las fuerzas actuantes, permitió liberar los muros de su función portante convirtiendo su

gruesa masa pétrea en ligeras vidrieras de colores que permitían el paso de la luz en el interior de la catedral. A partir de este momento, tal y como recoge Viollet-Le-Duc (1858–68) la historia de la catedral esta ligada directamente a la propia historia de la construcción de sus entrañas, que evolucionan hasta hacer posible la ejecución de verdaderas cajas de vidrio en las que el esqueleto pétreo apenas tiene entidad en el interior del templo como es el caso de Saint Chapelle de Paris.

Perseguían la luz. No pretendían construir una forma conocida o deseada de antemano, sino encontrar la forma que debían construir para alcanzarla, a ella, a la luz. Como cada forma genera un determinado estado de Estabilidad, podríamos pensar que proyectar una catedral fue el difícil arte de combinar formas, volúmenes, y pesos de tal manera que se minimizara el empuje resultante de las bóvedas y así se pudiera optimizar la necesidad de elementos de contrarresto. Pero su hazaña fue mucho mayor, porque su afán era alcanzar cada vez mayor altura para incrementar la superficie de las vidrieras y con ellas la luz y monumentalidad de la catedral, por ello a lo largo de los siglos mantuvieron casi constantes las luces de vano de sus bóvedas y sin embargo duplicaron con creces la altura de la catedral pasando de 20 a casi 50 metros en la catedral de Beauvais. A partir de un cierto momento la altura fue también un elemento más a tener presente, porque el viento entro a formar parte de las fuerzas actuantes, y la complejidad primitiva que entrañaba el hecho de ir variando las formas geométricas y configuraciones constructivas de cada elemento estructural, como si se tratara de diseñar las piezas de un puzzle que una vez encajadas tenían que estar en equilibrio bajo su propio peso, partir de ese momento además tenían que ser estables bajo la acción del viento.

Hasta entonces es posible creer que para trazar las formas geométricas de las catedrales y dimensionar elementos tan comprometidos frente a la estabilidad del conjunto como los estribos, utilizaran alguno de los sencillos trazados geométricos adimensionales recogidos como góticos en los tratados y manuscritos posteriores,[2] pero la validez de estos trazados basada en la semejanza geométrica, desaparece cuando además del propio peso hay que tener en cuenta fuerzas dinámicas de viento y sismo, aspecto que extrañamente no es comentado por ningún autor. Sin duda la experiencia vivida fue la más clara fuente de aprendizaje, y la manera en la cual fueron capaces de racionalizarla en métodos o reglas para construir esbeltas catedrales estables frente a fuertes vientos y terremotos, un misterio sin resolver. Parece patente que cuando los maestros medievales construyeron la catedral de Notre-Dame de Paris, los métodos que utilizaron para trazarla no les sirvieron para evitar el daño que el viento haría sobre su nuevo record de altura, razón por la cual se vieron obligados a modificar parte de su esqueleto —una vez construido— añadiendo nuevos arbotantes en posición más alta. (Robert Mark 1970–1990)

Hasta aquí una muy breve reseña razonada de la ya conocida —aunque todavía en parte debatida— historia evolutiva del esqueleto de la catedral gótica francesa. Pero lo que nadie parece haber analizado hasta ahora de forma globalizada, es que cuando países como España o Italia construyeron sus catedrales no pudieron limitarse a exportar el tipo estructural francés porque para mantener la Estabilidad era necesario contar con otra acción dinámica —el sismo—, por esta razón surgió un nuevo tipo de esqueleto estructural pétreo sustancialmente diferente.

Sismicidad Medieval

El análisis que he realizado sobre las catedrales góticas españolas para establecer una clasificación de sus esqueletos pétreos en tipos estructurales, me ha llevado a detectar la enorme relevancia que los sismos ocurridos en España hasta aquel entonces tuvieron sobre la construcción de las catedrales, precisamente porque fue su Arquitectura la que utilizó la forma geométrica más crítica desde el punto de vista estable de la construcción pétrea jamás construida (Cassinello Mª J. 2003).

Los temblores de tierra eran interpretados como «castigos divinos» tal y como comenta Bernard Vicent (1996). Para los maestros medievales, las fuerzas dinámicas y variables producidas por la Naturaleza como el fuerte viento, los huracanes, los terremotos y los sismos fueron imposibles de entender y difíciles de racionalizar a la hora de proyectar el trazado geométrico, dimensionado y configuración constructiva de sus catedrales para que fueran estables, pero lo consiguieron cambiando de forma radical el esqueleto pétreo de las catedrales ubicadas en zonas donde la tradición o sus vivencias propias les demostraron

los graves daños que se producían cuando la tierra temblaba. Desconocían cuando, conque fuerza y de que manera la tierra volvería a ser sacudida por esos malditos temblores destruyendo cuanto habían construido, pero es un hecho que a lo largo de la historia, las poblaciones que han sido testigos de cualquier tipo de catástrofes provocadas por fuerzas de la Naturaleza cambian su forma de actuar y también la de construir, hasta que pasadas otras generaciones, y si tarda mucho en volver a ocurrir, en ocasiones olvidan y abandonan las costumbres preventivas adquiridas corriendo nuevamente los mismos riesgos, porque en el caso del sismo, este siempre se repite en las mismas zonas con una mayor o menor periocidad e intensidad. No hay que olvidar que tras el temblor la energía empieza otra vez a acumularse en las placas tectónicas y por esta razón, ciudades como Granada siguen hoy esperando que aparezca la respuesta al último sismo ocurrido a finales del siglo XIX.

El estudio de los sismos —sismología— no apareció como tal hasta hace menos de un siglo, pese a que cada 30 segundos se produce al menos uno en algún lugar de la tierra, y pese a que un tercio de la población del planeta vivimos en zonas consideradas de riesgo sísmico, y que en los últimos 15 años tan solo en la Unión Europea ha habido un total de 5.000 muertos e innumerables destrucciones. Sin embargo el primer mapa unificado de peligrosidad sísmica de Europa y el Mediterráneo no se ha realizado hasta finales del pasado año 2003.[3] Los expertos se han centrado en el análisis globalizado del planeta definiendo conceptos de peligrosidad y riesgo para avanzar hacia la prevención de posibles desastres futuros, tal vez por esta lógica razón, queda todavía un enorme campo de estudio sobre los terremotos históricos que generalmente tan solo han quedado reflejados en antiguos relatos, manuscritos, o textos sueltos, que lejos de describir su magnitud en medidas entonces inexistentes, la reflejan describiendo los terribles daños ocurridos. Existen ya algunos trabajos de sismólogos y geógrafos que han interpretado la intensidad probable y relevancia de algunos de estos sismos desde el siglo IX, en función también de la amplitud de los ciclos hoy conocidos y de las características geográficas y reológicas de cada lugar.

¿Y que pasa con la Historia de la construcción de la Arquitectura?, queda también por recorrer un camino paralelo al de los sismos históricos mucho más vacío de análisis globales razonados que sin duda en muchos casos, nos ayudara a entender algunas de las razones constructivas que el hombre tuvo a lo largo de los siglos en algunos lugares del planeta para construir de una determinada forma.

En estos análisis sismológicos históricos[4] me he basado para poder interpretar de forma cualitativa, la posible relación existente entre los terremotos históricos y la modificación del tipo estructural del esqueleto pétreo que los maestros medievales introdujeron en las catedrales góticas españolas cuando las construyeron en zonas de alta sismicidad. En la tabla adjunta (fig. 1), he incluido la fecha y probable intensidad MSK de los sismos más destructivos encontrados desde el siglo IX hasta el siglo XVII, así como fechas de algunos periodos de la construcción de las catedrales, con el objeto de ampliar en el tiempo el campo de análisis y entender la posible conciencia de riesgo previa que los habitantes de las diferentes zonas y ciudades pudieron tener antes de iniciar la construcción de sus catedrales, o la posible herencia que culturas anteriores reflejaron en su forma de construir. Queda patente que a lo largo de este periodo todas las catedrales construidas en las zonas consideran hoy de baja sismicidad como Castilla y Galicia no sufrieron al parecer terremotos históricos graves, mientras que las zonas de Andalucía y Cataluña fueron históricamente las más castigadas, sufriendo terremotos de intensidades comprendidas entre los grados VIII–X, grados en los cuales los temblores

CIUDAD ZONA	**CONSTRUCCIÓN CATEDRAL Fecha Inicio*(parte gótica)**	**ALGUNOS SISMOS (siglos IX-XVII) AÑO**	**INTENSIDAD MSK**
CÓRDOBA	1.532	880 - 944 - 955 957 - 971-973 - 974	VIII - VII - VIII d- d - d - d
CÁDIZ	1.263	881	XI
ANDALUCÍA	--------	1.013 - 1.024 - 1.079 1.356 - 1.357 - 1.431-1.680	d - X- X X - IX - X- IX
MURCIA /ALICANTE	1.388	1.048- 1.049-1.644- 1.674	VIII-IX -VIII- IX
CATALUÑA	--------	1.152- 1.373- 1.427 1.428- 1.431 -1.448	X- IX - VIII VIII- VIII - VIII
GERONA	**1.312***	1.152-1.427-1.428-1.448	VIII-VIII-IX-IX
BARCELONA	**1.298***	1.152 -1.427- 1.448	VIII-VIII-IX
JAÉN/ Andújar	1.368	1.169 -1.221 - 1.668	X - IX - VIII
SEVILLA	**1.403***	1.353- 1.464- 1.466 1.504- 1.608	VIII- X-VIII VIII - VIII
HUESCA /LLEIDA	1.313/1.203	1.373	VIII
VALENCIA	1.262*	1.396	IX
ALMERÍA	**1.524***	1.406 - 1.487 -1.518 1.522- 1.550 - 1.658	IX- IX - IX X- VIII - VIII
GRANADA	1.507	1.431-1.522-1.526-1.531	X- X- VIII- X

Figura 1
Relación entre sismos históricos y la construcción de las catedrales góticas

son tan fuertes que siempre causan daños en construcciones de fábrica, de mayor o menor gravedad dependiendo del tipo estructural y constructivo del que se trate. Por esta razón, los esqueletos de las catedrales de ambas zonas de la península Ibérica son tremendamente semejantes, y sin embargo muy diferentes a los de las catedrales construidas en Castilla y Galicia que siguen el modelo francés.

En Córdoba entre los siglos IX y X, se produjeron un total de siete fuertes sismos, tres de intensidades M.S.K variables/probables entre VII y VIII y otros cuatro de intensidades desconocidas. La Mezquita de Córdoba la inició Abderramán I en el año 786, en el año 833 Abderramán II realizó una ampliación, en el año 961 Alhaken II volvió a ampliarla, y Almanzor en el año 987 realizó una última ampliación. Es un hecho que los terremotos de los años 880, 944, y 945 ocurrieron durante su construcción, tal vez por esta razón la Mezquita de Córdoba esta hoy en pie mientras que la de Almería, que al parecer no sufrió sismos importantes durante el siglo X en el que fue construida, quedó totalmente destruida tras el sismo del año 1522. Aunque un factor importante lo constituye el hecho de que la Mezquita de Almería aguanto en pie tres fuertes sismos de intensidad IX ocurridos en los años 1406, 1487 y 1518 y no colapso totalmente hasta sufrir el de intensidad X cuatro años después.

Con independencia de la dificultad de cuantificar la intensidad de muchos de los terremotos históricos tan antiguos, observando el esqueleto estructural de la Mezquita de Córdoba es fácil entender las razones cualitativas por las cuales resultó estable frente a sismos de intensidad/probable VIII. Pese a que el arte musulmán se ha caracterizado por el uso de arcos de herradura exentos, los de la Mezquita de Córdoba están enjutados contando con una gran estabilidad frente a fuerzas horizontales, ya que la flexión del arco está impedida por la existencia del tímpano y las manguardias. Su esqueleto es como una caja cerrada de fábrica arriostrada mediante enjutas, con una secuencia de arquerías dobles que salvan pequeñas luces, en las que tan solo son exentos los arcos inferiores que muy oportunamente incrementan el arriostramiento general del esqueleto reduciendo la esbeltez estructural de los pilares sin detrimento de la amplia esbeltez visual de su conjunto. Los constructores de la Mezquita de Córdoba sin duda sabían o aprendieron la lección, y por ello recurrieron a enjutar sus arcos, el mismo recurso estructural que posteriormente utilizaron los maestros medievales en la construcción de las catedrales góticas situadas en las zonas que sufrieron mayores terremotos históricos en España.

Cuando Almería se queda sin catedral tras el terremoto de 1522, se decide construirla en otro lugar siguiendo las características comunes a todas las catedrales góticas españolas que se habían construido en las zonas sísmicas —Andalucía y Cataluña— desde el siglo XII; caja cerrada compacta, naves a la misma altura, bóvedas enjutadas y cubierta aterrazada.

Los datos históricos sobre los principales movimientos sísmicos ocurridos en España son suficientes para entender las razones que motivaron a los maestros medievales a modificar el tipo de esqueleto pétreo de las catedrales góticas situadas en las zonas que sufrieron más terremotos —Andalucía y Cataluña—, así como para constatar que el hecho de que Andalucía fuera la más afectada en número e intensidad global máxima, es una razonable razón para que muchas ciudades andaluzas nunca construyeran catedrales góticas, mientras que en Cataluña existe un gran número de ellas pese a su rotunda volumetría de caja cerrada, a veces demasiado oscura.

Tipos de esqueletos

Esta estrecha relación existente entre sismo y Arquitectura ojival me ha llevado a desenterrar la indudable racionalidad sísmica con la que los maestros medievales construyeron las Catedrales, pudiendo afirmar que existe un Tipo Estructural de Catedral Gótica Española que no había sido aislado nunca, y cuya importancia divide claramente las catedrales españolas en dos grandes tipos de esqueletos estables góticos; enjutados y no enjutados. Las clasificaciones realizadas hasta fecha con base en el número de naves, existencia o no de arbotantes, etc. ..., aún contemplando aspectos importantes no definen de forma completa y precisa todos los tipos de esqueletos estables utilizados por los maestros medievales en España.

La aparición de potentes entramados ortogonales de enjuntas pétreas, así como la adecuación de la forma geométrica y configuración constructiva de todos los elementos estructurales y constructivos de la catedral, modificaron el modelo de esqueleto pétreo clásico francés como consecuencia de la necesidad de alcanzar la estabilidad frente a las fuerzas dinámi-

cas de sismo que históricamente actuaron. En base a este hecho he clasificado las catedrales góticas españolas en dos grandes grupos; Tipo A y Tipo B. (fig. 2). Las primeras fueron construidas en zonas de baja sismicidad al igual que las mayores catedrales francesas; Paris, Bourges, Chartres, Reims, o Amiens, que les sirvieron de modelo, por ello cuentan con esqueletos de bajo grado de enjutamiento, reduciéndose este en general a las naves laterales y el crucero, como es el caso de las construidas en Castilla y Galicia; Tuy, Burgos, León, Zamora, Palencia, Cuenca, Ciudad Rodrigo, Segovia, Ávila, Toledo, etc. Sin embargo las construidas en zonas de alta sismicidad histórica no siguen el modelo francés en sus esqueletos y su grado de enjutamiento es total, encontrándose generalmente enjutadas todas las naves, formando un potente entramado murario ortogonal —a veces oculto bajo las formaciones de sus cubiertas aterrazadas— capaz de absorber las acciones dinámicas horizontales de viento y sismo. A este tipo responden las catedrales de Andalucía y Cataluña; Almería, Sevilla, Barcelona, Gerona, Santa María del Mar, Santa María del Pi, San Justo y Pastor, San Pere, Palma de Mallorca, etc. En cada catedral o iglesia el entramado de enjutas cuenta con un diferente grado cuantitativo de enjutamiento que he definido como coeficiente E —relación geométrica entre la altura del tímpano y manguardias y flecha del arco que enjuta—, siendo uno de los más altos que he encontrado el de la catedral de Sevilla.

CATEDRALES GÓTICAS ESPAÑOLAS TIPOS ESTRUCTURALES			
GRADO ENJUTAMIENTO NAVE CENTRAL	**TIPO**	**NAVES** Nº / RH	**SISTEMA DE CONTRARRESTO** POSICIÓN
FORMERAS	I	1	CI – NO ARBOTANTES
A	II	3 / hHh	CE – ARBOTANTES
	III	3 / HHH	CE – NO ARBOTANTES
CUBIERTA INCLINADA	IV	5 / hhHhh	CE- ARBOTANTES
FORMERAS Y FAJONAS	I	1	CI – NO ARBOTANTES
B	II	3 / HHH	CI – NO ARBOTANTES *
	III	3 / hHh	CI - NO ARBOTANTES*
CUBIERTA ATERRAZADA	IV	5 / hhHhh	CI – ARBOTANTES

CI – Contrafuertes interiore CE – Contrafuertes exteriores
hHh – Tres naves de mayor altura la central HHH- Tres naves a la misma altura
* Existen algunos casos con arbotantes

Figura 2
Tipos Estructurales de las Catedrales Góticas Españolas

La estabilidad de la catedral se incrementa por el hecho de estar enjutada, ya que la rigidez aportada por el potente entramado murario ortogonal pétreo que constituyen las nervaduras que definen las bóvedas aumenta considerablemente su capacidad de absorción de acciones horizontales de viento y sismo, pese a contar con mayor peso y empuje que los arcos exentos. En este tipo de esqueleto pétreo las bóvedas se aíslan unas de otras permitiendo su deformación independiente que esta limitada por el marco de mayor rigidez que forman las cuatro enjutas de fajones y formeros sobre las que se tiende, garantizando una mayor estabilidad frente a fuerzas dinámicas horizontales.

La superposición que he realizado de la localización de las principales catedrales góticas españolas sobre el mapa de peligrosidad sísmica actual, una vez clasificadas en Tipo A y Tipo B, confirma el hecho de que todas las situadas en zonas de alta sismicidad corresponden al Tipo B mientras que las situadas en zonas de baja sismicidad pertenecen al Tipo A, pudiendo afirmarse que la arquitectura gótica española contó en su trazado con claros criterios de «racionalidad sísmica» construyendo tipos estructurales muy diferentes en cada zona geográfica en base a la experiencia acumulada por los maestros medievales sobre los problemas de estabilidad frente los movimientos sísmicos acaecidos siglos atrás (fig. 3). Por otra parte, la observación del Mapa Europeo integrado sobre peligrosidad sísmica recientemente publicado demuestra como el bajo grado de sismicidad de Francia [5] y de la mayor parte del resto de Europa permitió sin duda a los maestros medievales construir sus catedrales con grados de enjutamiento mucho menores a los de algunas zonas de España o Italia, por ello en general el tipo estable de esqueleto más extendido fue el patrón francés del periodo clásico correspondiente a los siglos XII y XIII como los de Chartres, Reims o Amiens, que responden al Tipo A II, utilizado en España en las zonas de más baja sismicidad como Castilla y Galicia. Aunque mi estudio se ha centrado en la clasificación de las catedrales góticas españolas, me ha resultado muy interesante observar bajo esta premisa los esqueletos estructurales de las catedrales europeas y muy en especial los dibujos que el gran maestro Leonardo Da Vinci realizó para la catedral Milán.

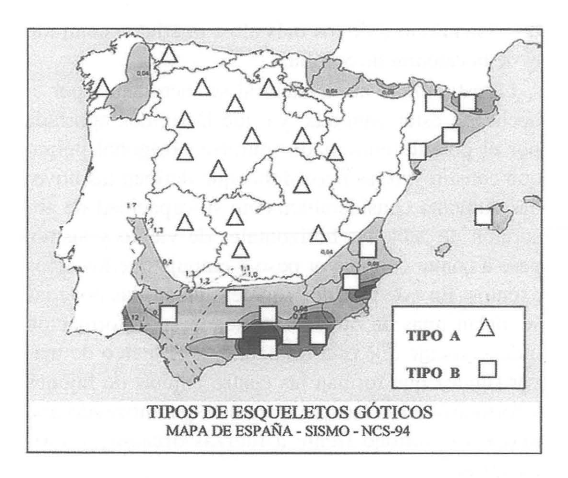


Figura 3
Mapa de España Sismo. Superposición de Tipos A y B de Esqueletos Estables

caja compacta como es el caso de la catedral de Gerona.

El otro factor determinante de los subtipos es el sistema de contrarresto y muy especialmente su específica posición en el espacio de la catedral. En el Tipo A existen generalmente arbotantes y los contrafuertes se sitúan en posición exterior al volumen de la catedral como en el caso de Burgos o León, sin embargo en el Tipo B no suelen existir arbotantes y si existen, como en el caso de la catedral de Sevilla su función estructural esta marcada por su pertenencia al entramado murario de enjutas ortogonal que arriostra el conjunto del volumen frente a sismo. En este caso, y también con independencia de los subtipos, los contrafuertes se sitúan en el interior de la catedral en gran parte de su altura, contribuyendo a generar mayor compacidad y arriostramiento frente a movimientos sísmicos.

Pero tanto marcó a los maestros medievales la existencia de sismos históricos, que no es solo el tipo y grado de enjutamiento lo que diferencia las catedrales Tipo A de las Tipo B, sino todos los demás aspectos de sus elementos estructurales y constructivos, que están claramente ejecutados contando con la posibilidad de que la tierra volviera a temblar. Estos dos Tipos de Esqueletos A y B los he subdividido en cuatro subtipos diferentes en función de las variables que intervienen directamente en la configuración del tipo estable; número de naves, decalaje entre la altura de las claves de las naves y posición y tipo de los elementos de contrarresto. En ambos Tipos existen ejemplos construidos con tres o cinco naves, pero en el Tipo A —catedral de Burgos— las naves suelen ejecutarse a diferente altura generando un espacio interior con mayor cantidad de luz que en el caso del Tipo B —iglesia de Santa María del Mar— en el cual las naves se desarrollan a la misma altura o con un pequeño decalaje entre claves de naves laterales y nave central, hecho que representa sin duda una mayor estabilidad frente a movimientos vibratorios sísmicos al generarse una volumetría de caja compacta mayor que en el caso del modelo francés en el que existen grandes diferencias de altura entre las claves de las naves. En cuanto a la existencia de una única nave, es un subtipo asociado generalmente al Tipo B, hecho que también responde a una clara volumetría de

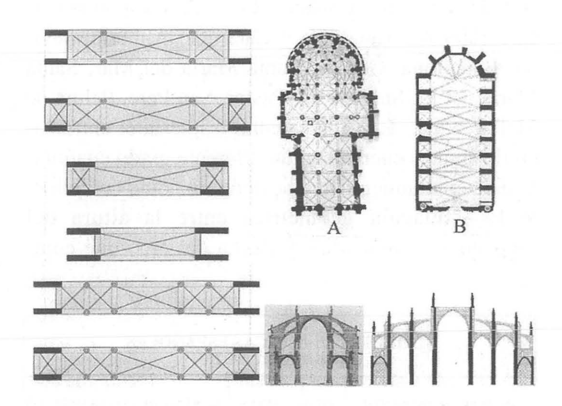


Figura 4
Planta de tipos de crujias estables. Planta catedrales Tipo A y Tipo B, Sección transversal Tipo A (Burgos) y Tipo B (Sevilla)

En efecto, la posición interior de los estribos es una característica intrínseca del Tipo B,[6] en el que se consigue mayor arriostramiento de la volumetría del conjunto de la catedral al incluir capillas interiores entre los contrafuertes, de tal forma que sus bóvedas de crucería aportan un incremento de peso estabilizador en los contrafuertes y se constituyen en importantes diafragmas de arriostramiento longitudinal de la catedral, reduciendo la esbeltez de los contrafuer-

tes, generando volumetrías como las de la iglesia de Santa María del Mar o la de la catedral de Gerona, que son muy diferentes a las de las catedrales de Burgos, León, o Ávila. Como cada catedral es única pese a que respondan a los aspectos que he aislado para clasificar sus esqueletos pétreos, existen muchos matices estructurales que las diferencian, como el grado de compacidad, arriostramiento, o la reducción de esbeltez de estribos. Cuando el ancho de la nave es reducido como en el caso de Santa María del Pi, entre los estribos se ejecuta tan solo una capilla mientras que cuando se incrementa el ancho de la nave, se multiplican el número de estribos y así el de capillas entre ellos como en el caso de Santa María del Mar o Gerona, en la que existen dos tipos diferentes de costillas transversales, las que coinciden con los contrafuertes de borde de bóveda de la nave y otros intermedios que aumentan la compacidad y el arriostramiento del conjunto pétreo.

Otro aspecto intrínseco al Tipo B es que las cubiertas nacieron aterrazadas en lugar de inclinadas a varias aguas sobre cerchas de madera. ¿Razón? —la misma—, la indudable racionalidad sísmica con la que los maestros medievales modificaron el modelo francés en beneficio de la estabilidad del conjunto de la catedral frente a los temblores de tierra. Sin embargo la existencia de terrazas en las catedrales góticas se ha justificado en base a razones muy diferentes a la que defiendo. James Acland (1973) en su análisis estructural sobre la arquitectura gótica española, señala que las cubiertas aterrazadas de la catedral de Sevilla son debidas a la benigna climatología, Alexandre Cirici (1968) aporta además razones político-sociales para justificar las innumerables cubiertas aterrazadas existentes en la arquitectura gótica catalana, comentando que son producto de una intención de horizontalidad común con el resto de las construcciones del pueblo, otros comentan por ejemplo, la necesidad de la catedral de Almería de contar con una cubierta aterrazada para defender la ciudad contra los invasores. Por supuesto que alguna de estas razones puede resultar razonable aislada en su contexto, pero sin duda la visión global de cómo en cada zona se busca una interpretación diferente al mismo tipo de cubierta o de elemento estructural, refleja el desconocimiento de la existencia de una razón común a todas ellas de carácter estructural tremendamente importante, y que no es otra que la de construir el tipo de cubierta que resulte más estable en la catedral frente a terremotos, esos que cuando los maestros medievales construyeron las catedrales todavía no habían tenido tiempo de olvidar.

En cuanto a la bóveda de crucería, con independencia de que sea cuatripartita, sexpartita o estrellada, he detectado marcadas diferencias entre sus configuraciones constructivas en función de que pertenezcan a catedrales del Tipo A o del Tipo B. Las ejecutadas en las catedrales construidas en zonas de baja sismicidad Tipo A siguen fielmente la misma configuración constructiva que las bóvedas francesas, contando con un fino plemento pétreo de espesor variable entre 16 y 23 centímetros, en cuyo trasdós se tiende una capa de mortero de cal de espesor variable entre 5 y 10 centímetros. Por supuesto existen marcadas diferencias en sus leyes de traba en función del tipo de piedra con el que están construidas, así los plementos de la catedral de Tuy cuentan con grandes piezas de granito existiendo un mínimo número de juntas de mortero de cal, mientras que los plementos de la catedral Burgos cuentan con mayor número de juntas al tratarse de sillarejos de piedra caliza.[7] Este tipo de bóvedas están cobijadas bajo la cubierta inclinada que se ejecuta sobre cerchas de madera salvando su misma luz y apoyando en la coronación de los muros longitudinales, generando un nuevo empuje en su coronación.

Sin embargo, las bóvedas de crucería construidas en las catedrales Tipo B cuentan en general con configuraciones constructivas menos esbeltas y mucho más complejas y masivas recibiendo directamente sobre su extradós la carga de la cubierta aterrazada. Las más primitivas de la zona de Cataluña, recurrieron a soluciones utilizadas siglos atrás por los romanos, y sobre el plemento pétreo ejecutaron un enjarrado —relleno de mortero de cal con vasijas huecas— hasta llegar a la cota de la terraza recibiendo sobre este el pavimento que generalmente estaba formado por piezas cerámicas. Esta es la configuración estructural y constructiva que encontró Basegoda cuando inspeccionó el extradós de una bóveda de Santa María del Mar, si bien en su descripción de las diferentes capas encontradas alude a la existencia de una formación de cubierta sobre tableros tabicados ejecutada sobre el enjarrado anterior a la situación del pavimento final de la terraza, práctica constructiva de dudosa procedencia medieval.[8] En las bóveda góticas de este tipo han sido más susceptibles de cambios a lo largo de la historia que las ejecutadas en el Tipo A, ya que han estado directamente expuestas a los cambios climatológicos experimentados a lo largo de los

siglos, por esta razón existen en la mayor parte de ellas intervenciones de reparación y/o sustitución, que demandan en muchos casos un minucioso análisis arqueológico y reológico para discernir con rigor la específica configuración constructiva primitiva de bóveda y terraza.

Las bóvedas así ejecutadas resultan más pesadas y producen mayores empujes aunque son más estables frente a terremotos que los esbeltos plementos pétreos con las que generalmente se ejecutaron las bóvedas en las catedrales Tipo A. Pero este no es el único tipo de bóveda gótica construido en las catedrales Tipo B, han podido comprobar que los maestros medievales que construyeron las catedrales españolas agudizaron su ingenio llegando a construir bóvedas igualmente estables frente a fuertes terremotos y con su trasdós aterrazado pero con menor peso, optimizando así el empuje resultante y con este la necesidad de masa de contrarresto. Los tipos más racionales desde este punto de vista son los existentes en la catedral de Sevilla, y que posiblemente existirán en otras catedrales pese a que no se hayan documentado más casos hasta la fecha.

La inspección[9] que realizamos en julio de 1996 en el extradós de la bóveda lateral de San Antonio desembocó en el descubrimiento de la existencia de bóvedas superpuestas, utilizadas claramente como recurso estructural para concentrar el peso del enjarrado y demás capas de mortero y solado, sobre el espacio definido por el cruce de las claves apuntadas de las nervaduras formeras y fajonas, posición idónea para aportar estabilidad al conjunto de la bóveda pétrea a la que cubre. Sobre el plemento pétreo de la bóveda de crucería nervada y cuatripartita, aparecieron cuatro bóvedas cónicas de fábrica de ladrillo de tejar, situadas en los cuatro ángulos del extradós de la bóveda pétrea, siguiendo el sentido del nervio diagonal, liberando los hombros de carga adicional y concentrando esta en las claves apuntadas de los plementos formeros y fajones. De esta forma, en lugar de enjarar de forma uniforme e indiscriminada a la manera romana tal y como comenta Choisy (1873), o tal y como al parecer construyeron los maestros medievales en la zona de Cataluña, en Sevilla se opta por colocar el enjarrado en la zona que más estabiliza el conjunto minorizando también el empuje resultan-

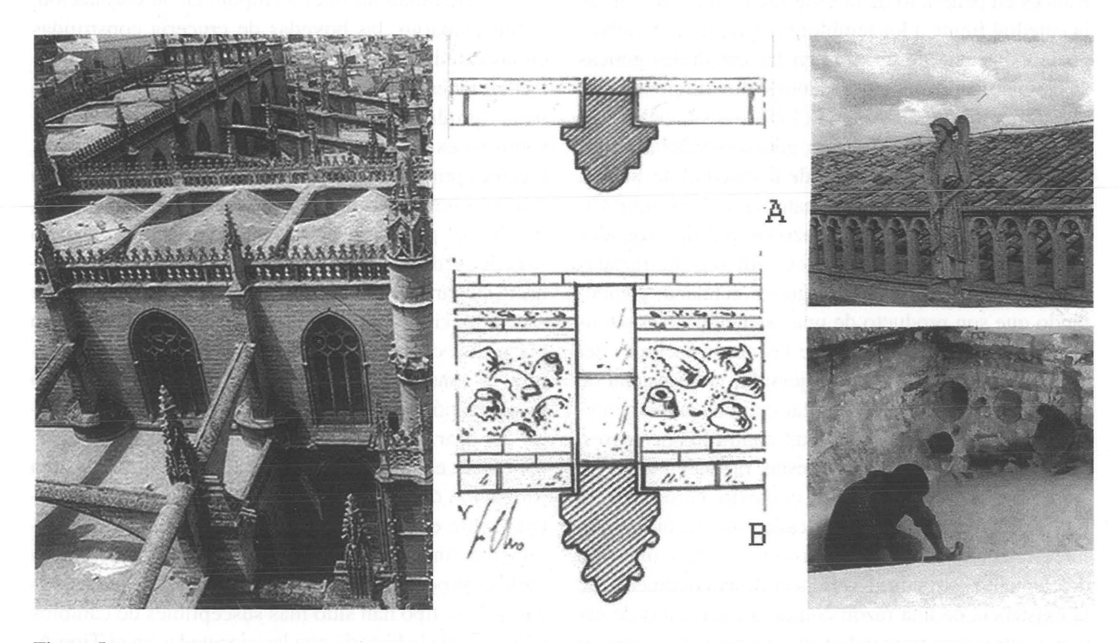


Figura 5
Cubierta aterrazada catedral de Sevilla. Sección bóveda en Tipo B (Sevilla. Imagen inspección bóvedas superpuestas. Cubierta inclinada catedral de Burgos. Sección bóveda en Tipo A (Burgos)

te. El otro tipo de bóveda de la catedral de Sevilla es el correspondiente a la nave central en el que al parecer sobre el plemento pétreo y la doble hoja de fábrica de ladrillo se ejecutó directamente otra nueva hoja pétrea que es el pavimento final de la superficie curva resultante, no existiendo enjarrado. De esta forma se incrementa la sección total de la bóveda y con ella su estabilidad frente a sismo sin un gran aporte de peso.

Existe la posibilidad de que durante inspecciones o restauraciones futuras se descubran configuraciones constructivas diferentes del conjunto bóveda/terraza en algunas de las catedrales Tipo B que han permanecido ocultas o indocumentadas, pero de ser así lo más probable es que sean el resultado de combinar de una forma más o menos racional los tres tipos que he definido, y su conocimiento específico, como el caso de la catedral de Sevilla explicarán él porque existen estados de fisuración radicalmente diferentes al de las «bóvedas modelo».

En efecto, el hecho de que las catedrales Tipo B estén totalmente enjutadas en todas sus naves así como la específica configuración constructiva del resto de sus elementos estructurales modifica de forma radical el modelo de esqueleto estable construido en las catedrales góticas de Francia.

El Olvido

Ante esta realidad ¿qué sentido tiene la utilización indiscriminada del modelo francés para comprobar la estabilidad de una catedral Andaluza o Catalana? Ninguno, pero nos hemos pasado gran parte del siglo XX analizando catedrales góticas como la de Sevilla, modelizandolas con arcos pétreos exentos, sin tener en cuenta que en muchos casos están enjutados, y ni su peso, ni su empuje, ni sus formas de colapso son las mismas, como no es la misma la estabilidad del conjunto de catedral, ni su posible estado tensional. Las enjutas siempre han estado en la catedral pero lo habíamos olvidado, parece que tan solo Eduardo Torroja (1960) las recordó siempre.

También se olvidaron muy pronto el resto de las razones estructurales y constructivas de las catedrales construidas en zonas de alta sismicidad histórica por esta razón en algunos casos durante sus últimas fases de construcción y reconstrucciones posteriores a la época medieval se inició —sin saberlo— la mutilación de su integridad estable frente a fuertes terremotos, apareciendo en algunas de ellas cuerpos nuevos salientes a modo de alas, nuevas bóvedas no enjutadas, huecos que rompen la continuidad de arriostramientos, cubiertas inclinadas,

Me pregunto que pasará en algunas las catedrales Andaluzas y Catalanas cuando la tierra vuelva a temblar con mucha fuerza tras este largo periodo de olvido.

Notas

1. «En este tiempo tremió la tierra en el Real é mas en la cibdad de Granada, é mucha más en el Alambra, donde derribó algunas pedazas de la cerca della. En este mesmo año tremió mucho la tierra en el Reyno de Aragón, especialmente en Barcelona y en algunas lugares del Principado de Catalueña y en el Condado de Ruisellón, é fueron por ello desploblados algunos lugares é derribadas algunas iglesias; é fue tanta este terremoto é tantas veces, que no era memoria de hombres que semejante cosa en aquella tierra hubiesen visto» 1431 cronista Alvar García de Santa María.
2. La regla geométrica más extendida para el dimensionado de contrafuertes en obras de fábrica abovedada y frecuentemente adjudicada a la arquitectura gótica es la recogida entre otros por: Rodrigo Gil de Hontañón (1500–1572), Martinez Aranda (siglo XVII), Viollet-Le-Duc (1858), Fernando Cassinello (1958), monografías Instituto Eduardo Torroja sobre arcos y bóvedas de fábrica, Jacques Heyman (1995 *Estructuras de Fábrica,* Santiago Huerta (1990: tesis *Diseño Estructural de arcos, bóvedas y cúpulas en España 1500–1800,* Mª Josefa Cassinello (2003, tesis Trazado y Estabilidad de la Arquitectura Gótica).
3. Mapa unificado de peligrosidad sísmica de Europa y el Mediterráneo. CSIC. Premio de la Asociación Internacional de Cartografía 2003.
4. Documentos: B. Bennassar (1996) «Les catastrophes naturelles dans L´Europe médievale et moderne», F. Rodríguez de la Torre (1993) «Lecturas sistemáticas de prensa periódica. Hacia una revisión de la sismicidad Europea durante los siglos XVII y XVIII», Mezcua J. Y. Martinez Solares J. M. (1985,1993) «Sismicidad del Area Ibero-Magrebi» Instituto Geográfico Nacional, Bisbal Cevello L. (1984) «Estudio de intensidades sísmicas en el ámbito Valenciano» UPV, Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención de desastres sísmicos «Sismos históricos». 1º Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica Murcia 1999
5. En Francia tan solo existe una estrecha zona al sur colindante con España de riesgo sísmico, en la cual exis-

tieron también algunos sismos históricos como el de 1431, razón por la cual no existen catedrales góticas Tipo A.

6. Este recurso estructural para conseguir mayor arriostramiento en las construcciones de fábrica existe en muchas arquitecturas anteriores al igual que las enjutas, y generalmente es fácil observar que coinciden o se acentúan en las zonas históricamente más sísmicas, sirvan de ejemplo los contrafuertes de Santa Sofia en Estambul.
7. Cuadernos de INTEMAC (Mª Josefa Cassinello —próxima publicación).
8. Buenaventura Bassegoda Musté, en «Algunos Ensayos sobre Técnica Edificatoria» publicado por la Universidad Politécnica de Barcelona en 1974 describe como realizó una inspección en una de las bóvedas de Santa María del Mar describiendo las capas que encontró.
9. La inspección la realizamos en julio 1996, arquitecto mayor de la catedral Alfonso Jiménez y arqueólogo Alfonso Jiménez Sancho.

LISTA DE REFERENCIAS

Acland, J. H. 1973. *Medieval Structure:The Gothic Vault.* Toronto: University of Toronto Press.

Banda, E. y M. Correig. 1984. The Catalan earthquake of Febrary 2, 1428. *Engineering Geology.*

Cassinello Plaza, Mª Josefa. 1996. Bóvedas Góticas españolas. Influencia de la configuración constructiva actual en su estabilidad. *Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Cassinello Plaza, Mª Josefa. 1998. Bóvedas Góticas Problemática de la modelización de su realidad constructiva. *Primer Congreso Europeo sobre Restauración de Catedrales Góticas.* Vitoria-Gasteiz.

Cassinello Plaza, Mª Josefa. 2003. *Trazado y Estabilidad de la Arquitectura Gótica.* Tesis doctoral.

Chavez, J. 1998. Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico a escala regional – Aplicación a Cataluña.

Choisy, A. 1873. *Art de batir chez les Romains. El arte de construir en Roma.* Madrid: CEHOPU, Instituto Juan de Herrera.

Cirici, A. 1968. *Arquitectura Gótica Catalana.* (Fotografías; Oriol Maspons, Maqueta; Lluis Clolet y Oscar Tusquets).

Martinez Solares, J. M. 1999. *Revisión Catálogo de sismos históricos de la península Ibérica hasta 1900.*

Mark, R. 1970. Wind load on gothic structures. Journal of the Society of Architectural Historians.

Mark, R. 1990. Light,Wind and Structure. Cambridge, Mass: MIT Press.

Torroja, Eduardo. 1960. *Razón y Ser de los tipos estructurales.* Madrid: Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento.

Violet-Le-Duc, E. 1858–68. *Dictionnaire raisonne de l´architecture francaise du XI au XVI siecle.*

Estudio para la recuperación de la técnica del tapial en la construcción tradicional de la provincia de albacete[1]

Francisco Javier Castilla Pascual
Paz Núñez Martí

La compactación de la tierra u otro material dentro de un molde mediante impactos sucesivos con un «pisón» es la base de una de la técnicas de construcción de mayor antigüedad y difusión a nivel mundial: el tapial.

Hoy en día las «paredes de tierra» siguen siendo características de buena parte del paisaje rural y urbano en varias regiones españolas, entre ellas Castilla-La Mancha, y en particular en la provincia de Albacete, donde en algunas zonas, hasta el primer tercio del siglo XX la mayor parte de las obras se ejecutaban con esta técnica.[3] Por lo que se ha podido documentar las últimas se realizaron entre 30 y 40 años atrás, aunque se hayan encontrado casos muy singulares y aislados más recientes.

Desgraciadamente cada vez son menos los ejemplos de edificaciones que nos permiten contemplar y disfrutar de las bondades de estos sistemas constructivos tradicionales. Cuando se recorren los pueblos de la región se observa como queda un porcentaje cada vez más reducido de arquitectura tradicional enteramente conservada y que, gran parte de ella se encuentra abocada a un inminente proceso de ruina.

Por ello, una de los principales factores para la adecuada conservación del patrimonio arquitectónico, es la recuperación de la tradición y el «saber hacer» de estos procedimientos de carácter casi «artesanal», entre los que sin lugar a duda en esta región predomina la técnica del tapial.

El presente trabajo pretende recuperar los conocimientos tradicionales y uso de la técnica constructiva del tapial, completamente abandonada y que conforma una amplísima parte del patrimonio construido existente no sólo en la provincia sino en toda la Comunidad de Castilla-La Mancha

Los objetivo específicos son:

- Fomentar el conocimiento de la utilización tradicional de la técnica del Tapial a través de los ejemplos construidos de arquitectura popular, en continuo proceso de abandono y deterioro.
- Documentar testimonios e identificar los materiales empleados en la construcción tradicional, que permitan recuperar los conocimientos prácticos que caracterizan el buen hacer constructivo necesario para trabajar con esta técnica.
- Proporcionar el material adecuado para formar a artesanos, albañiles, constructores, Técnicos o cualquier persona interesada en la construcción tradicional, que permita equiparar los conocimientos constructivos sobre el tapial a los de otros materiales de uso convencional.

Descripción del trabajo

Búsqueda y análisis de documentación

En primer lugar se han buscado referencias en distintos estudios históricos, geográficos, etnográficos y lingüísticos de carácter local, sobre las particularida-

des de la técnica constructiva, vocabulario tradicional y ámbito de aplicación. Los textos consultados se recogen en la relación bibliográfica y aparecen citados oportunamente a lo largo del trabajo.

En las ordenanzas municipales de distintas épocas en Albacete, La Roda y Villarrobledo, (en el primer caso los textos originales existentes en el archivo Histórico Provincial desde 1848 y en los otros los textos transcritos en distintas publicaciones), no han encontrado referencias expresas a la técnica en ningún caso. Se ha solicitado documentación fotográfica a todas las personas entrevistadas sin éxito y entre todas las publicaciones con fotografías de «época» tan sólo se ha encontrado «una» en la que aparezcan albañiles «echando tapias» en 1952.[4] Llama la atención como en las colecciones de trabajos o fotos cotidianas sobre oficios, el albañil no aparece casi nunca.[5]

Finalmente se ha buscado información de proyectos concretos de obra nueva o rehabilitación, memorias, pliegos, planos o presupuestos, procedentes de documentos originales, publicados o contenidos en expedientes de concesión de licencia. Par proyectos de obra nueva hay que remontarse hasta los años sesenta, cuando no era habitual que la documentación de proyecto reflejara aspectos técnicos con detalle, aunque si es habitual encontrar referencias a las «tapias de tierra» y «con costra» en las mediciones y presupuestos, lo que permite tener una ligera idea de su coste y uso habitual en comparación con otros materiales. Esto se ha limitado exclusivamente a edificios de la ciudad de Albacete.

Recopilación de testimonios

Como cabía esperar, la aportaciones más interesantes han sido los testimonios personales de las gentes que han tenido oportunidad de ver, trabajar o convivir de algún modo directo con la tierra como material de construcción, muchos de ellos completando con conocimientos y datos empíricos adquiridos de sus maestros la información documental. La mayoría de las personas entrevistadas son albañiles (o lo fueron en algún momento) y personas que sin dedicarse expresamente a ello han participado en la construcción de su propia vivienda. La mayoría tan sólo han trabajado como peones y han tenido un breve contacto con el tapial. La forma de localizarlos casi siempre ha sido a través de instituciones o terceras personas de la propia localidad que nos han orientado hacia los posibles informadores del lugar.

Mención especial merece la labor de documentación de la herramienta de trabajo tradicional que algunas de estas personas conservan, que ha sido fundamental para matizar muchas de sus explicaciones y que ha permitido realizar una descripción pormenorizada del tapial utilizado tradicionalmente antes de su desaparición, siendo esta una de las principales aportaciones del trabajo, lo que demuestra la importancia de la transmisión oral de estas técnica casi artesanal, difícil en muchos caso de reflejar en textos y dibujos. De este modo se ha confeccionado una relación de los principales «informadores» inventariando la herramienta e indicando su disponibilidad, en caso de necesitar futuras colaboraciones en trabajos profesionales.

Trabajo de campo sobre edificios

Otra de las fuentes de información ha sido el patrimonio construido. La finalidad de esta recopilación ha sido por un lado reflejar la relevancia de los edificios construidos con tapial en el conjunto de las edificaciones de cada zona o localidad, y por otro ilustrar con ejemplos representativos las principales variantes de la técnicas y los tipos arquitectónicos habituales en los que se ha utilizado, para lo que la toma de datos se ha ordenado por municipios, según el plan establecido, en tres niveles reflejados en «fichas» del siguiente tipo:[6]

- Ficha nº 1. Datos generales:
  En esta ficha se recogen los datos generales relativos a la unidad ambiental o al municipio o localidad objeto del estudio, reflejando la relevancia de la construcción con tapial en su patrimonio arquitectónico y la ubicación de los edificios representativos.
- Ficha nº 2. Datos de edificación:
  Se elabora una ficha por cada uno de los edificios que en los que se haya detectado el uso del tapial como técnica constructiva y que se consideran representativos de alguna tipología. Esta ficha recogerá no sólo los datos específicos relativos al tapial sino también informa-

ción general de la tipología y los sistemas constructivo empleados en el edificio. En los casos en que se han estudiado edificios de un mismo municipio se han denominado como 2a, 2b, 2c, etc.

Los tipos arquitectónicos que se han escogido son los siguientes:

- Cercas o cerramientos
- Corral, cuadra, caseta de era, almacén (edificios de poca anchura y una planta)
- Bodega, nave agrícola (edificios de mayor anchura y altura, con espacio único, una sola planta)
- Nave industrial (edifico de varias plantas y una o dos crujías)
- Vivienda urbana (edificio con varias crujías, espacio compartimentado y una o varias plantas)
- Casa de labor, venta (Agrupación de edificios de distintas características)

Mención especial requieren los castillos, fortificaciones y/o recintos amurallados a los que nos referimos en el trabajo como ejemplos de edificaciones construidas con tierra compactada, pero cuya técnica difiere de la utilizada popularmente y cuyo análisis pormenorizado puede ser objeto de otro estudio.

- Ficha nº 3. Técnicas de tapial:
  Se recoge un descripción pormenorizado de la tipología y procedimiento de construcción con tapial detectado, indicando materiales y solución constructiva empleada, así como su patología y estado de conservación.

Las fichas constan de varias hojas en función de la cantidad de documentación disponible en cada caso, que se numeran sucesivamente como 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 etc. Como complemento, con la abundante documentación fotográfica se ha elaborado un archivo de imágenes digitales organizadas por tipos edificatorios y detalles constructivos que permitan ilustrar con mayor profusión todo lo expuesto anteriormente. En el Mapa 1 se refleja el ámbito de trabajo y el alcance del mismo en cada zona.

Ejecución de una construcción demostrativa, elaboración de material docente y recomendaciones técnicas para futuras aplicaciones

Con los conocimientos acumulados en la primera fase se pretendía levantar los muros de una pequeña construcción, con fines demostrativos, que permitiese poner en práctica el saber tradicional, valorar técnica y económicamente los aspectos directamente relacionados con el proceso de ejecución y que sirviese como base para la elaboración de material audiovisual divulgativo. Para ello y atendiendo a las posibilidades y alcance de la ayuda se buscó la colaboración de la Escuela Taller Castillo de Almansa, cuya dirección, gracias a los contactos realizados con el arquitecto Joaquín García Sáez durante la fase de investigación, no dudó en ningún momento del interés de la experiencia.

La experiencia ha consistido en la reproducción de un «juego de tapiales» con todos sus elementos, a partir de los datos obtenidos en la primera fase y en la fabricación de una tapia de 45 cm de espesor con dos «hilos» de altura y un mínimo de encuentros, rincones o esquinas, en los que se puedan ensayar las distintas formas de ejecución de estos elementos en la arquitectura tradicional. El estudio se centran en las particularidades del proceso de ejecución y no en el material propiamente dicho, cuya composición «ideal» y caracterización de mezclas de distinta índole ha sido objeto de numerosos estudios.[7]

El proceso de construcción se recoge en un documento audiovisual, filmado y editado de modo que resulte un material práctico y asequible a distintos niveles docentes.

Dada la extensión del trabajo, en esta ponencia se detalla exclusivamente la identificación que se ha realizado de la herramienta y de la forma de utilizarla

Referencias documentales

Los orígenes y aparición de la técnica en la península Ibérica resultan difíciles de precisar. A pesar de que la presencia de restos de muros de tierra es evidente en asentamientos de épocas prerromanas (según numerosos estudios arqueológicos), en la mayoría de los casos resulta arriesgado identificar la técnica constructiva, que bien pudiera ser un modelado o un moldeado con otro tipo de «encofrados».

Si nos limitamos a las fuentes escritas, casi todos los autores contemporáneos que se refieren al tapial en la península recurren a la cita de Plinio el Viejo (s.I) en la que menciona ésta práctica habitual en la tradición constructiva de la península ibérica. «¿No hay en África y en Hispania paredes de barro a las que llaman «de molde», porque se levantan, más que construyéndolas, vaciándolas entre dos tablas, las cuales paredes duran siglos por ser inmunes a las lluvias, los vientos, los fuegos, siendo más fuertes que cualquier cemento? En Hispania aun están a la vista las atalayas de Hanibal y las torres de barro alzadas en lo alto de las montañas. También son de esta naturaleza los parapetos que se levantan para fortificar los campamentos y los diques que se oponen a la impetuosidad de los ríos».[8]

Una vez más resulta difícil concluir si la técnica responde a una utilización de moldes similares a los tapiales caracterizados en este trabajo, y tampoco hay referencia expresa al material con el que se levantan los muros. Finalmente la referencia es exclusiva a construcciones que podríamos catalogar como militares o de ingeniería civil, pero no aclara si es igualmente aplicable a la construcción «popular».

Entre los siglos XIII y XVI podemos encontrar distintas referencias al uso de esta técnica extraidas de la literatura, especialmente de las crónicas de viajes y tratados varios sobre el mundo Andalusí, así como en documentos «concejiles» de distinta índole y procedencia.[9] Algunas ordenanzas de esta época en otros puntos de la península hacen mención expresa en alguno de sus apartados a la forma en que deben construirse las tapias.[10]

Por otro lado la primera referencia expresa a la utilización de esta técnica de forma «popular» en lo que hoy corresponde a la provinciade Albacete, se ha encontrado en las «Relaciones Topográficas» de Felipe II (1575)[11] donde a la pregunta correspondiente a «las suertes de las casas y edificios que se usan en el pueblo, y de que materiales están edificados» las respuestas de los distintos municipios dejan bastante claro el panorama:

> A los treinta e cinco capítulos declararon: que los edificios de las casas de esta Villa la mayor parte son de tapiería de tierra con costra de calcina. Son los edificios muy firmes; hay otros edificios de cal y canto y sillería, porque ha la mejor cantera junto a lo poblado que hay en todo este reino, e ansi se usan mucho las portadas de sillería. El yeso está y se trae del término de la villa de Albacete, que está a seis leguas de esta villa, y la madera de la Sierra de Cuenca y Alcaraz, que está diez leguas, y por falta de los dichos pertrechos son costosos los edificios; y hay algunas casas de particulares muy buenas y muy bien edificadas (La Roda)

> . . . tapias de tierra y otras de piedra sin mezcla de cal. La madera está junto a la villa por ser sierra (Bienservida)

> . . . tapiería y argamasa (Alpera)

Estas respuestas ponen de manifiesto cuando menos que la tapia de tierra es habitual en toda la provincia pero no es la única técnica, conviviendo por tanto con la mampostería y sillería. En otros casos las mismas respuestas nos dan una idea de las diferencias que existen entre unas tierras y otras, lo que explica la desaparición casi completa actualmente en algunas zonas y la pervivencia de numerosos ejemplos en otras:

> Son todas de tapia de tierra y algunas que son muy pocas con costra de cal . . . hordinariamente las casas y edificios son muy ruines por ser la tierra estéril y pobre que no llueve (Hellín)

En la documentación referente a la construcción del recinto ferial,[12] uno de los edificios más emblemáticos de la ciudad de Albacete, en 1783, se lee lo siguiente: «En la villa de Albacete a doce días del mes de Agosto de mil setecientos ochenta y tres, ante los señores del concejo, (comisarios de guardia de ellas?, diputados prov., síndico y personas de esta dicha villa, comparecieron Josef Ximenez (...?), arquitecto y director de las nuevas obras de feria y D. Manuel de Salas que hace de sobrestante y dijeron: que como a dichos señores consta por su asistencia diaria a ellas, se hallan hoy en el estado de haber formado el círculo principal del centro de esta plaza, de siete palmos de subida de piedra(...?) superficies de su suelo, y para concluir sobre él dos hilos de tapias, de tierra y cal, costradas, todo a la mayor firmeza y satisfacción de los inteligentes, por el repartimiento que se ha hecho de ocho juegos de tapiales con los oficiales y peones señalados en el día cuatro, ocupando otros en el bruñido y lucimiento de dichas tapias, para cuya formación se facilitaron las aguas de tres pozos de los cinco señalados, del menor gasto, y los otros dos se están a concluir. . .»

La descripción más completa y reciente sobre la técnica la encontramos en el espléndido articulo de Vicente Temes y Rafael Barrios (1933), donde afirman que «En La Mancha y particularmente en la provincia de Albacete, la mayor parte de las obras que se ejecutan son a base de tapial... en la actualidad se construyen en Albacete casas de tres y cuatro plantas con muros de carga de tapial», más adelante enumeran una serie de ejemplos como muestra de la duración y resistencia de este tipo de construcción. El artículo concluye con un ejemplo de casa de 122 m^2 proyectada por los arquitectos[13] y construida con muros de carga de tapial, sobre zócalo de mampostería, los pisos bajos y de terraza son de viguetas de hierro y el de la planta principal de madera con bovedillas de yeso. La modernidad de este edificio contrasta con la ornamentación de las fachadas y cubiertas inclinadas habituales en los proyectos de edificios residenciales de dos o tres plantas, de esta época, cuyos expedientes de solicitud de licencia se pueden consultar en el archivo municipal, y en los que también se encuentran muros de carga de tapial sobre el correspondiente zócalo de mampostería

TAPIAL

«Conjunto de dos tableros que sujetos con los costales y las agujas se colocan verticalmente y paralelos para formar el molde en el que se hacen tapias».[14]

Como vemos, la herramienta utilizada para ejecutar el muro de tapia, consiste en el «juego de tapiales» propiamente dichos, junto con una serie de elementos para su montaje. Esta aparamenta aparece profusamente descrita en numerosos tratados de construcción a partir del siglo XVIII, no obstante el carácter enciclopédico y academicista de estos textos no permite asegurar una relación clara entre las láminas explicativas y la práctica constructiva del momento, especialmente en el ámbito local. En ningún momento se especifica con claridad si los tapiales descritos son una abstracción procedente de la observación de distintas prácticas constructivas o corresponden a algún modelo local o de mayor ámbito geográfico.

Si bien en todos los casos las proporciones son similares, lo que por otro lado es lógico, ya que estas responden a unos criterios de funcionalidad claros como son la necesidad de trabajar en el interior del encofrado cómodamente sin golpearse los codos contra él, lo que limita su altura entre setenta y cinco y noventa centímetros, y su longitud al espacio necesario para alojar a dos o tres personas apisonando sin estorbarse, ya que por otro lado cada tapial debe ser manejable por un solo operario para poder montar y desmontarlo, lo que obliga a una longitud entre 2 m y 2,5 m. La realidad es que los tapiales descritos en estos tratados no tienen una correspondencia directa con los que se han encontrado durante este estudio,

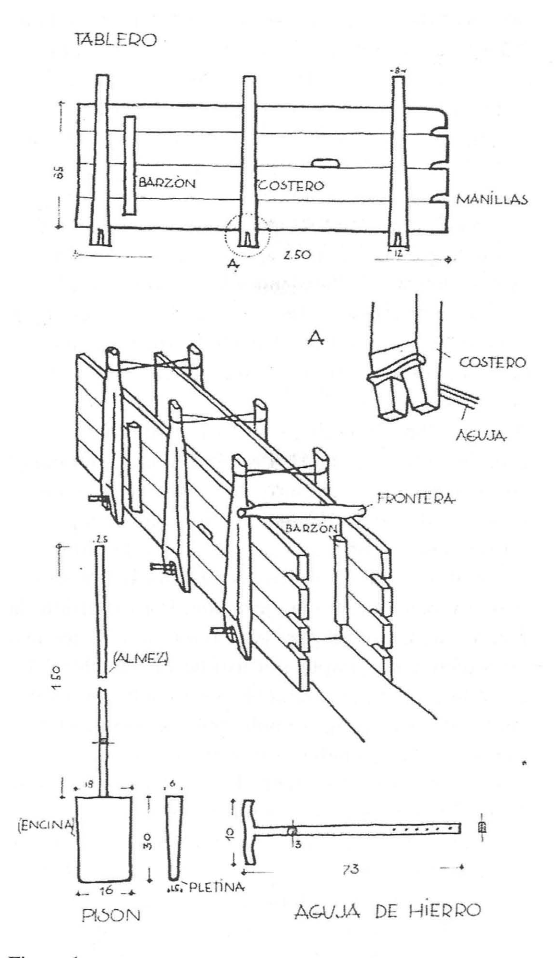


Figura 1
Tapial, según Vicente Temes y Rafael Barrios (Albacete, 1933)

cuyo objeto ha sido documentar la herramienta tradicional encontrada en esta provincia y cuya antigüedad podríamos asegurar más allá de 50 ó 60 años según los casos, por los testimonios directos de sus propietarios.

Por otro lado, en referencias bibliográficas recientes (a partir de 1930) encontramos aproximaciones más cercanas al modelo local que nos ocupa, muy homogéneo en la provincia, como veremos a partir de los datos de campo. Las herramientas que componen el juego de tapiales completo aparecen ya descritas en el artículo de Temes y Barrios coincidiendo claramente con los modelos que se han encontrado durante el estudio (fig. 1). Muy similares son las reflejadas más recientemente por Cuchí (1998) y Font (1990) en sus trabajos sobre el tapial en Cataluña y en la comarca de Els Ports en Castellón, respectivamente lo cual parece indicar que esta homogeneidad, cuando menos de la forma y dimensiones de los «tapiales» es extensible al Levante peninsular. No obstante, tanto en estas publicaciones como en otras más recientes, si bien la descripción, dibujos y fotografías son más que suficientes para comprender las dimensiones globales de los elementos y el proceso de ejecución de la fábrica, ninguna describe con detalle la conformación de estos elementos, especialmente los tapiales, por lo que este estudio pretende pormenorizar en este aspecto.



Figura 2
Daniel García, con uno de sus tapiales (Madrigueras)

La palabra «tapial» se utiliza comúnmente para denominar a cada uno de los moldes que delimitaran las caras laterales del muro, de modo que es frecuente hablar de los «tapiales» o «un juego de tapiales» refiriéndose a ambos, aunque a veces esta última incluye el resto de elementos que conforman y sostienen el molde durante la ejecución. Por extensión, la palabra tapial se emplea para referirse a la técnica constructiva que implica el uso de los tapiales e incluso al propio muro de tapia, esta confusión es frecuente en el lenguaje común como se recoge en casi todos los trabajos publicados sobre el tema.

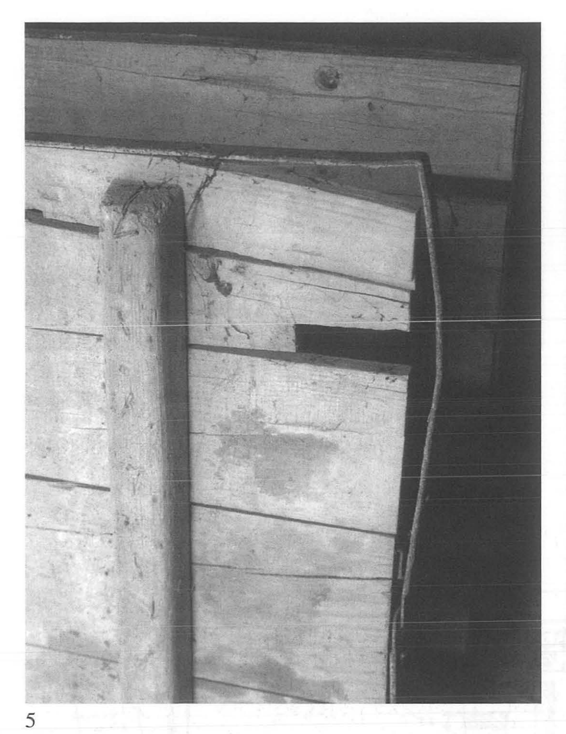
Los «tapiales» documentados son tableros de entre 240 y 245 cm de largo y 85 a 90 cm de alto, que están compuestos por entre 3 y 5 tablones de madera, de entre 15 y 30 cm de ancho, y 2,2 cm de espesor[15] (fig. 2 y 3). Para su fabricación se fijan estos tablones mediante unas espigas metálicas de unos 7 mm de diámetro o de madera, embutidas 5 cm en el canto de los mismos cada 30 cm, que evitarán la deformación diferencial.[16] Los tablones se unen mediante dos largueros de 7 × 5 cm de sección, situados a unos 20 cm de las testas de los tablones, uno por cada cara, que reciben el nombre de «barzón»[17] (fig. 4). El barzón tiene los cantos romos y se clava a los tableros por la cara opuesta, con dos puntas por tablero, cuyas cabezas deben quedar perfectamente aplastadas, evitando resaltes que posteriormente quedarían impresos en la cara del paramento construido. La situación de cada uno de ellos en la cara opuesta de los tablones permite la utilización de los tapiales por ambas caras indistintamente, esta alternancia en el uso prolonga en gran medida su vida útil. El barzón nunca llega hasta el canto del último tablón, siempre existe un margen de unos 3 cm (fig. 5) que permitirá el solape con la parte de muro ya construida a la hora de armar el tapial. El conjunto se refuerza perimetralmente mediante una pletina de hierro forjado, del

mismo ancho que el espesor de los tablones y unos 5mm de grosor (fig. 6). Esta pletina suele estar conformada a su vez por dos piezas independientes que permiten ajustarse a las dimensiones del conjunto de tablones y unirse posteriormente. El perfil es ligeramente curvado o achaflanado[18] ya que este elemento, no sólo rigidiza el conjunto, sino que protege los cantos de madera que como veremos más adelante deben deslizar sobre las agujas. Finalmente esta pieza se clava tanto al canto como a las testas de los tablones con puntas de forja cada 20 cm. Los tablones de los extremos llevan un rebaje de 10 × 3 cm en las testas que conforma las «manillas» o «manetas» para transportar los tapiales, que se complementan con otro hueco practicado en el tablón central de dimensiones similares, con los bordes romos (figs. 3 y 8).



Figura 3
Santos Cuesta con un tapial (Villarrobledo). Podemos apreciar los refuerzos con trozos de chapas en distintas zonas

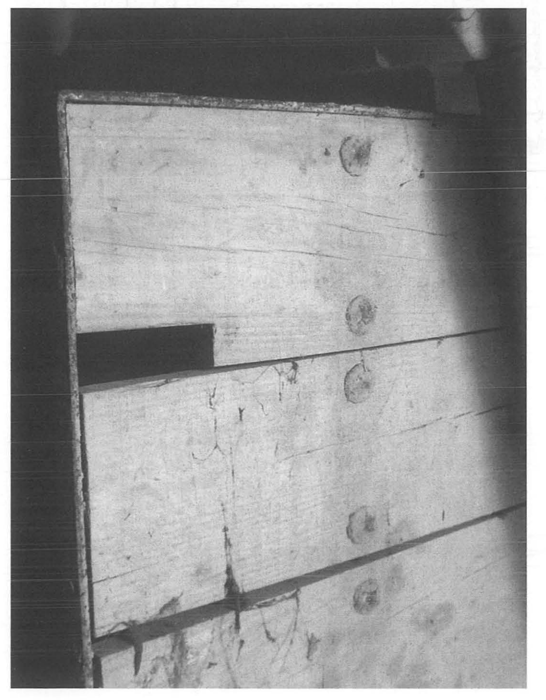
Figura 4
Croquis del tapial de Juan Soriano (Pozocañada)



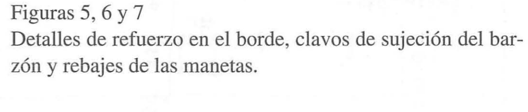
5



7



6



Figuras 5, 6 y 7
Detalles de refuerzo en el borde, clavos de sujeción del barzón y rebajes de las manetas.

La «frontera» del tapial es el elemento que cierra el molde o encofrado por su extremos (fig. 15), generalmente se utiliza una sola ya que durante el proceso de ejecución, uno de los extremos siempre queda cerrado por el tramo de muro ya construido. El único momento en el que se necesitarían las dos es al comienzo de cada «hilo». Aunque esta situación también se puede solventar levantando los machones previamente al montaje del encofrado o, lo que era menos habitual, dejando la tapia ataludada durante el proceso de apisonado.[19] De los testimonios recogidos se deduce que la mayoría de las veces se disponía de más de una. En cualquier caso las dimensiones de las mismas vienen determinadas por el ancho de la fábrica, por lo que se debe disponer de una (o dos) para cada espesor de muro. Las que se han documentado tiene un ancho de 50 cm, que es el habitual en los muros de los edificios estudiados,[20] y está conformadas por tablones de entre 95 y 120 cm de longitud,

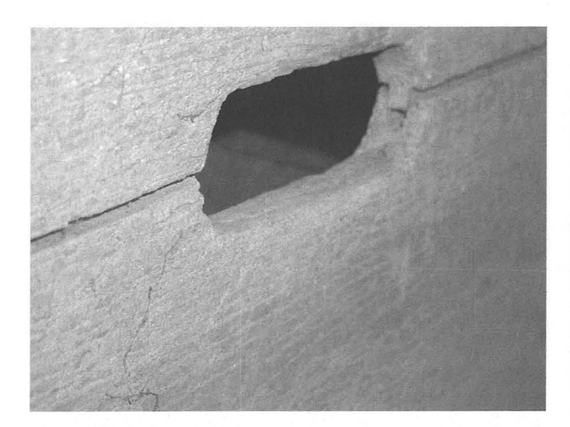


Figura 8
Maneta intermedia (nótese el machihembrado entre las tablas, sin duda este tapial es más moderno que los anteriores)

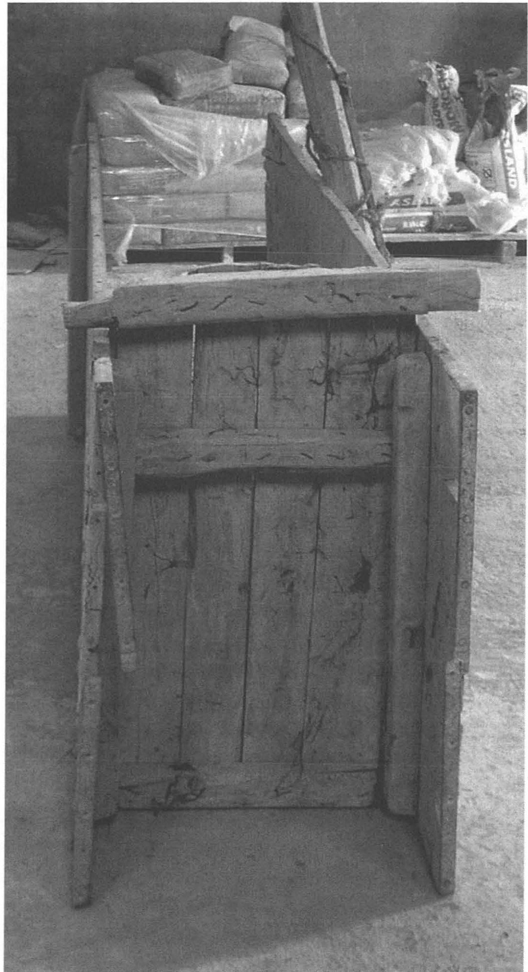


Figura 9
Frontera (Juan Soriano, Pozocañada) apoyada entre tapiale

superior a la altura del tapia, y entre 10 y 25 cm de ancho unidos de modo similar a los tapiales (figs. 9 a 10). En uno de los casos el travesaño situado en la parte más alta de la frontera se prolonga otros 10 cm más allá del borde de los tableros, a modo de orejas que descansarían sobre los tapiales, sujetando esta en el momento de ejecutar la última tapia de un hilo (fig. 9).

Este conjunto queda completamente asegurado con los «costeros» o «costales» y «agujas». Estas últimas son elementos metálicos con forma de bastón, entre 75 y 80 cm de longitud y sección sensiblemente cuadrada o circular de 2 cm de lado (diámetro) con orificios de unos 8 mm cada 2 cm en uno de los extremos (fig. 11), que se apoyan sobre el muro (o zócalo) ya construido. Los primeros son piezas de madera entre 150 y 180 cm de longitud y sección variable que encajan (uno a cada lado del muro) en las anteriores por uno de sus extremos (horquillado) y se fijan en la parte inferior mediante un clavo o una clavija[21] (fig. 12) introducida en los orificios que presentan las agujas. El conjunto se asegura atirantando el extremo superior de los costeros mediante cuerdas o «garrotes», lo que sujeta lateralmente los tapiales, soportando la presión ejercida durante el apisonado y evitando su vuelco.

Finalmente los «codales» son elementos de madera de sección circular y ligeramente troncocónicos, de unos 3 ó 4 cm de diámetro medio y del largo equivalente al ancho de la tapia, que se colocaban en el interior del encofrado, servían para evitar el vencimiento hacia el interior de los tapiales en la zona central antes de rellenarlos, servían de escantillón para mantener el ancho del muro correctamente y una vez extraídos tras la colmatación del molde, dejaban el hueco donde se apoyaban las agujas del hilo superior.[22] No obstante no se ha localizado ninguno durante el estudio.

El resto de herramientas documentadas son las necesarias para el relleno de este encofrado con la tierra

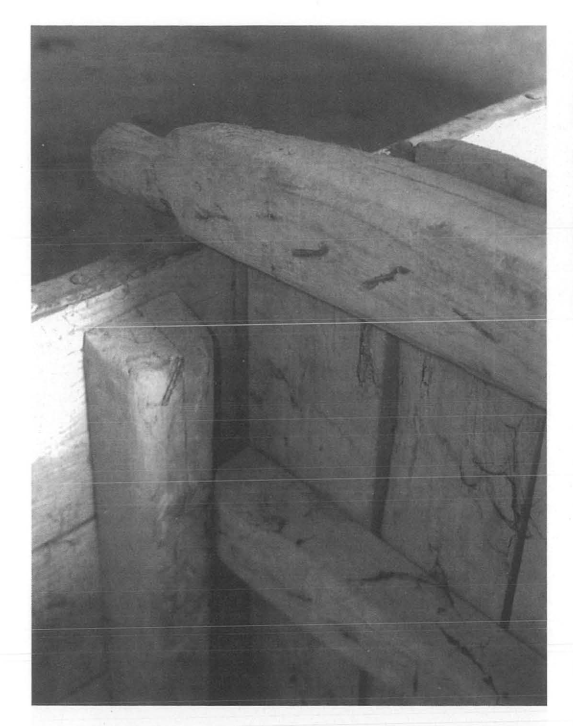


Figura 10
Detalle de frontera (Pozocañada)

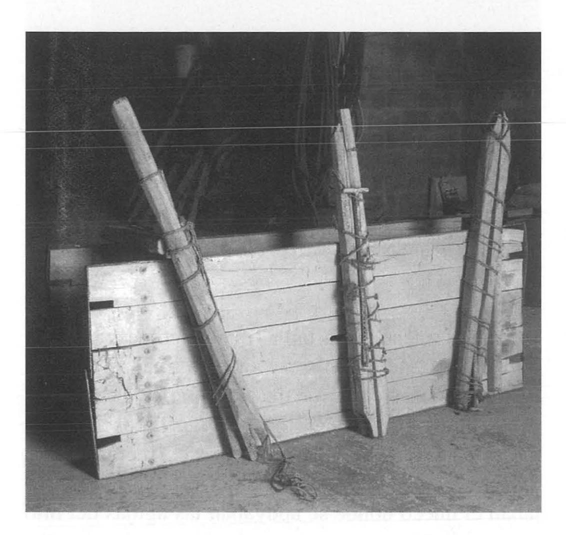
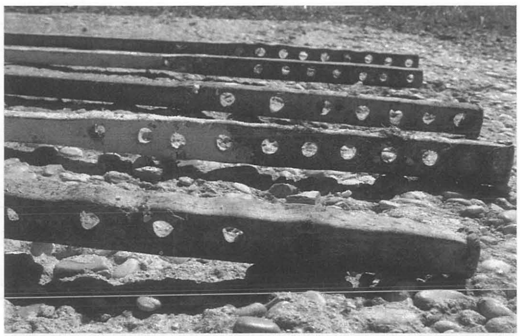
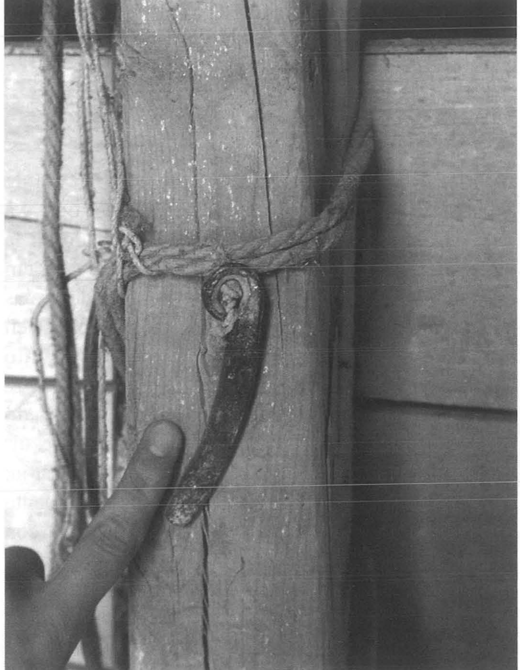


Figura 11
Conjunto de tapiales, fronterra y tres pares de costeros con sus correspondientes agujas liados con cuerdas para su almacenamiento (Juan Soriano, Pozocañada)





Figuras 12 y 13
Detalle de agujas y clavija

y su apisonado. Para el transporte del material se utilizada «espuertas terreras» (fig. 15) de esparto, aunque su utilización no parece específica para este fin, si se ha constatado que las que se empleaban debían de ser de dimensiones algo reducidas para poder ser lanzadas a varios metros de altura (por lo menos ó 4 hilos de ta-

Figura 14
Detalles del pisón (Santos Cuestas, Villarrobledo)

pia es decir unos 3 m) ya que en la mayoría de los casos no se utilizaban andamios y en las construcciones de varias plantas el único a poyo eran los vigas o viguetas de los pisos intermedios.[23] Por último el «pisón» (fig. 14), herramienta con una cabeza o «mazo» de unos 30 cm de alto y 20 de ancho y sección piramidal, de unos 3 cm de grueso en el extremo que golpea, el cual se refuerza con una pletina metálica.

TAPIADOR

Por «tapiador» se entiende tanto el «oficial» que hace tapias, como el «albañil» encargado de levantarlas.[24] Francisco del Campo Aguilar, al referirse a los oficios de la ciudad de Albacete, en el segundo cuarto del siglo XX dice: «Haciéndolo todo bien, los albañiles de la ciudad prefieren la especialidad de tapiadores y tabiqueros; y entre sus casi cincuenta utensilios de trabajo son mas diestros con el palustre y con la llana».[25]

«Hacer tapias apisonando la tierra entre los tapiales se conoce por *echar tapias*. A la hilada de tapias sobrepuesta la llaman hilo; por eso hablan de «tres

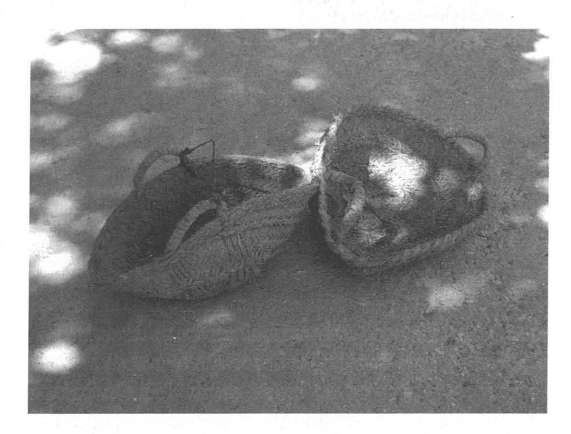


Figura 15
Espuertas

hilos de tapia», por ejemplo, para expresar la altura».[26]

Por su parte Temes y Barrios (1933) describen el proceso de ejecución de la fábrica del siguiente modo:

> Los operarios que intervienen en la ejecución del tapial son cinco por tablero: dos apisonadores, un amasador y dos peones (cavadores). El amasador suministra la tierra en espuertas (a veces a cinco metros de altura, pues no se construyen andamios), tirándolas a los apisonadores que están dentro del molde, y estos extienden la primera capa de tierra de ocho o 10 cm de espesor, apisonándola. Simultáneamente, en esta tongada se pone «costra» al tapial y se apisona a la vez que la tierra, repitiendo esta operación hasta llegar a las 8 o 10 tongadas que suela tener un «hilo»de tapia.
>
> Al llegar a las últimas tongadas se introducen los codales, y sobre ellos se echan y apisonan las últimas capas; estos codales se sacan una vez terminado el apoyo a los tableros para construir un hilo inmediato superior. Cuando se ha llenado toda la altura del molde, se desmonta éste y se vuelve a armar en la misma hilada para construir ésta.
>
> La operación del apisonado es muy importante y de el depende en gran parte la resistencia y duración de la tapia; por eso, esta operación la realizan oficiales prácticos que, al mismo tiempo que la ejecutan, ven «lo que pide la tapia» y si va o no falta de hueso (canto o garrofo).
>
> El apisonado debe hacerse llevando el pisón vertical, con el canto inferior normal al tablero y levantando el pisón de modo que la «vara dé en la oreja».
>
> El sonido del pisón debe ser claro y percibirse desde bastante distancia; cuando la mezcla no está bien hecha o el apisonado no se ejecuta bien , es el ruido del pisón quien primero lo delata.

La operación de armado y desarmado del tapial es algo que se repite cada vez que se ejecuta una tapia (o tapialada), siendo necesario desplazarlo a una nueva posición, por eso los movimientos del mismo y las operaciones necesarias para realizarlo con la mayor rapidez posibles están bien estudiados de modo que permitan «desplazar» entre dos personas los tapiales haciéndolos deslizar sobre las agujas, avanzando en el sentido de construcción del muro, optimizando el tiempo y medios empleados en esta maniobra. Para ello, el aro (costeros más aguja y cuerdas o garrotes) más avanzado de la tapia recién construida ,no se desmonta y permanece como el más retrasado de la nueva tapia.[27] (figs. 16 a 18)

En cuanto al el uso habitual de otras herramientas auxiliares como poleas, polipastos o garruchas para elevar el material, el siguiente texto extraído de Chacón[28] parece dejarlo claro: «El palo en donde se sujeta la garrucha, cuando se hacen las tapias con pisón, espuertas, etc, es el garruchero. Al golpe que da una espuerta al caer lo llaman esportazo».

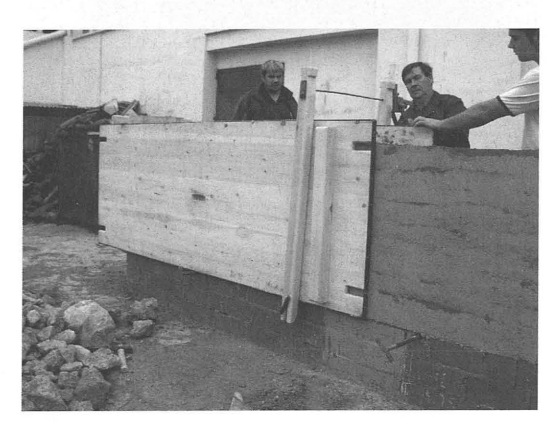


Figura 16
«Pisando» una tapia Escuela Taller Castillo de Almansa (2003)

TAPIA

«Cada uno de los trozos de pared que de una sola vez se hacen con tierra amasada y apisonada en una horma».[29] La tapia, como elemento resultante de la aplicación de la técnica constructiva del tapial, puede estar compuesta por materiales de muy distinta consistencia: piedras, tierra, argamasa... Sin duda alguna la tapia de tierra ordinaria, en estado natural, simplemente excavada, removida, en la que tan sólo se produce la retirada de los «cantos» o piedras más





Figuras 17 y 18
Desplazamiento del tapial Escuela Taller Castillo de Almansa (2003)

gruesas, aireada y ligeramente humedecida previamente a la compactación, es la más popular . Su uso suele depender de la disponibilidad de otros materiales en función de la proximidad de estos o los recursos económicos para conseguirlos. Así pues podemos encontrarla en todo tipo de edificios, pero generalmente en los de menor categoría y muy comúnmente en cercas o «tapias» de cerramiento (sin función portante).

Según describen Temes y Barrios: «En Albacete, excepto las gredas, casi todas las tierras sirven para hacer tapia, pues abunda la «tierra viva» y de «mucho grano», que tiene arcilla y arena —sin demasía— y gravilla; estas tierras que al picarlas hacen terrones, desprovistas de materias orgánicas y mezcladas con «garrofo» (escombros de otras construcciones machacados), son las que se emplean para tapiar

Preparación. A las tierras procedentes de zanjas y vaciado de sótanos, quitándoles las piedras de tamaño excesivo, dejando sólo la gravilla, se añade el garrofo y se humedece ligeramente la mezcla, sin que llegue a hacer barro al amasarla; está bastante trabajada y apunto de emplearse cuando, tomando un puño de tierra y dejándolo caer, conserva la forma dada por las mano sin desmoronarse. En las construcciones rurales o cuando escasea el garrofo, se hacen las mismas operaciones con tierra franca[30] —una tercera parte—, arcilla y arena.

Prudencio Fernández (*el peque*)[31] lo describe del siguiente modo:

> Luego para el tapial, lo primero es gobernar la tierra apropiada. A veces la tierra donde se quiere construir sola no vale, porque es de cultivo, al mojarla se desmorona. Entonces hay que agregarle tierra que haga liga. Para eso la tierra colorá, la que sirve para hacer tejas, es la mejor que hay, pero la blanca también vale, siempre que no tenga mezcla de basura

Otra de las soluciones habituales es la adición de «carbonilla»,[32] aunque no queda claro si la adición de este material aporta alguna mejora o simplemente es una manera económica de rellenar el muro en aquellas lugares donde se dispone de este residuo, como por ejemplo en zonas próximas a vías férreas.

Las tapias así construidas no suelen dejarse a la intemperie, el encalado es el revestimiento más popular acorde a la categoría de estos paramentos. Normalmente aquellas que lo han perdido son las que se conservan en peores condiciones.

La mejor manera de evitar la necesidad de revestimiento añadido, ha sido la de proporcionar éste durante el mismo proceso de apisonado, obteniendo así una tapia reforzada en las caras o «acerada»,[33] donde estos materiales de refuerzo se disponen junto a las caras del tapial antes del apisonado de cada tongada, quedando así íntimamente ligado el revoco a la masa del muro.[34] Este careado suele hacerse con mezcla de cal y arena[35] que recibe el nombre de «malhecho» y una vez endurecido se le denomina «costra», refiriéndose al muro como «tapia con costra» o «calicostrada». La mezcla (una parte de cal por tres de arena normalmente) se pone «en el mismo estado de humedad que la tierra; esta mezcla se extiende a lo largo

de los tableros y arrimada a ellos. Si se observa la sección de un muro de tapial, por la forma que esta toma,[36] pueden distinguirse perfectamente las tongadas» (fig. 19 y 20). Esta forma de construir tapias era corriente en la provincia, aunque como siempre en función de los recursos, en Villarrobledo por ejemplo abundan más las tapias de tierra sin costra. Daniel García, de Madrigueras, afirma que en este pueblo, cuando él trabajaba (hace 50 años) por cada tapia con costra se hacían otras 40 ó 50 sin ella.

La costra en muchos se hacía tan sólo por el lado exterior y el interior se lucía con yeso, con el paso del tiempo sobre la propia costra se encalaba o se aplicaban revocos de distinta índole al gusto del momento. Si bien esta costra de cal presenta una buena adherencia con revestimientos del mismo material, la falta de rugosidad del paramento plantea una dificultad añadida para la adherencia de revestimientos de gran espesor o de materiales distintos.

Respecto al coste de la obra, en julio de 1915 se incluye una partida de 10 m^3 de «tapial calicostrado» a 5 pts /m^3, y en otro similar, dos años después (1917) para la construcción de una caseta en el recinto ferial, el «tapial revestido por los dos paramentos» se presupuesta a 4,50 pts/m^3.[37]



Figura 20
Sección de tapia con costra sobre la que se ha aplicado un revoco posteriormente (derecha, Villarrobledo)

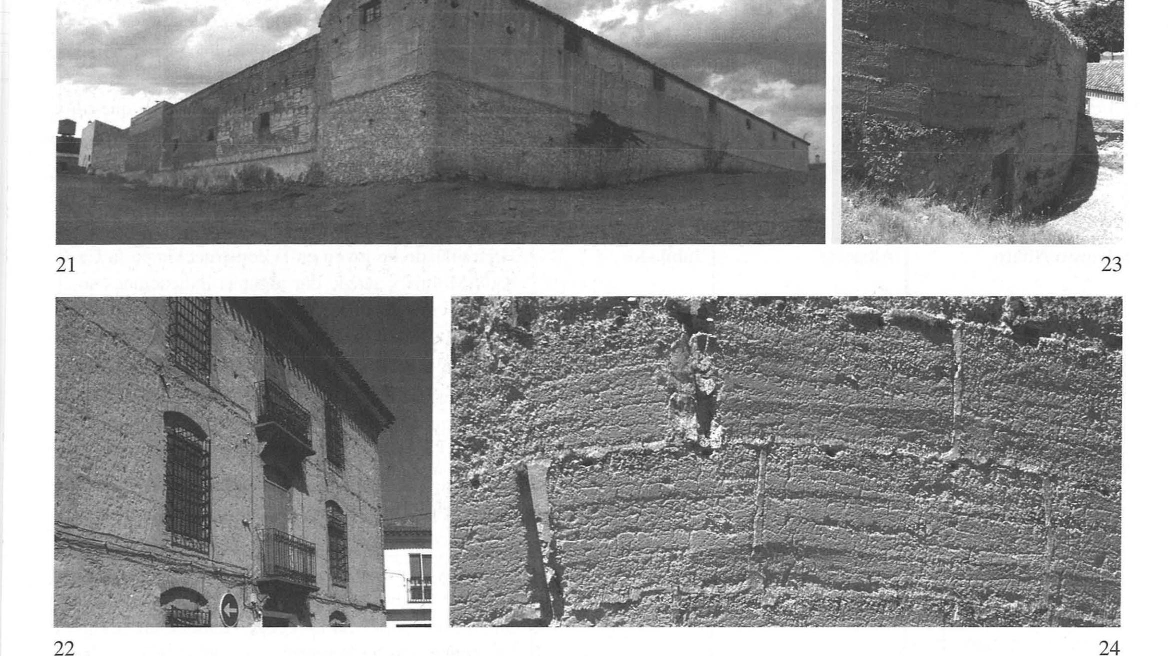


Figura 19
Detalle de ejecución de costra durante la construcción de una tapia (izquierda, escuela taller de Almansa)

En otro correspondiente al año 1926, firmado por el arquitecto municipal Julio Carrilero, los precios de las unidades de obra que se recogen son los siguientes:

metro cúbico de mampostería con mortero semihidráulico	20 pts
metro cúbico de fábrica de ladrillo con mortero semihidráulico	80 pts
metro cúbico de tapial calicostrado	12 pts

Las dimensiones de la tapias no suelen superar 1,80 ó 1,85 m de largo, encontrándose ejemplos de hasta 1,20 y 1,35 m. Elato presenta más homogeneidad oscilando entre 70 y 80 cm. En cuanto al análisis del patrimonio construido conservado hoy en día, a modo de resumen cabe decir que, la zona donde se encuentran ejemplos con mayor profusión es la denominada Manchuela, entre los municipios de Villarobledo, Albacete, y Madrigueras todavía es fácil en-


21 23 22 24

Figuras 21,22, 23, 24
Arriba, izda.: Fuensanta. Abajo izda.: Villarrobledo. Derecha: Alcalá del Júcar

contrar edificios de 3 alturas (entre 12 y 14 tapias) correspondientes a viviendas urbanas, bodegas, palomares o antiguas fábricas (fig. 21 y 22), superándose incluso en casos singulares como las torres de las fábricas alcoholeras, de las que se conserva alguna en Tarazona, por ejemplo. La tipología habitual responde a crujías de 6 a 8 m con cerchas de madera y entrepisos de vigas de madera y revoltón de yeso. Más habituales son las pequeñas construcciones de una o dos alturas con cubierta de par y picadero a una o dos aguas, crujías de 3 a 4 m, repartidas por todo el paisaje rural o las viviendas en el casco urbano de características similares. Las plazas de toros (Tarazona, La Roda, Munera) son otro de los tipos habituales que conservan muros de tapia, resultando de espacial singularidad el recinto de la de Alcalá del Jucar, con tapias adaptadas a la tremenda irregularidad de la ladera en que se asienta. (figs. 23 y 24).

NOTAS

1. Trabajo subvencionado por el Programa de Ayudas para la Investigación y Difusión del Patrimonio Etnológico de Castilla-La Mancha
2. En la toma de datos de campo y elaboración de la misma han colaborado Virginia Molina (arquitecta) y Francisco Javier Pelaez (estudiante de arquitectura)
3. Temes, 1933
4. Lezuza. Recuerdos en blanco y negro. «Los legados de la tierra» (2003)
5. En este sentido falta por consultar con más detalle las colecciones fotográficas de los archivos municipales, así como del Histórico Provincial o el Instituto de Estudios Albacetenses, cuya labor escapa al alcance de este trabajo.
6. El procedimiento es similar al seguido en otros estudios de la misma índole en los que se ha colaborado previamente. (Maldonado, L. Arquitectura construida con tierra en la comunidad de Madrid. Fundación Die-

Fuentes orales:

NOMBRE	LOCALIDAD	Ocupación	Interés
Juan Soriano	Pozocañada	Constructor	Ha construido tapias hace 45 años. Tiene un juego de tapial completo en su almacén (menos los pisones y sólo una fontera). Tiene dos juegos de puertas y me daría uno.
Fernando Martínez	Pozocañada	Jubilado	Tenía una foto trabajando de hace 40 años que no ha conseguido localizar (trabajó con J. Soriano)
Santos Cuesta	Villarrobledo	Constructor	Ha construido tapias hace 50 años. Conserva un juego de tapiales completo (menos agujas y fontera y sólo un pisón) en su almacén.
Fausto Alfaro	Albacete	Jubilado	Ha trabajado de joven en la construcción en la Cañada Molina y puede dar algunas indicaciones sobre la técnica.
Miguel Peñas Joaquín Rosillo	Alcalá de Jucar	Construcciones Peñas y Rosiilo	Hace 15 años reconstruyeron un tramo del muro de la plaza de toros con tapia. Las indicaciones se las dio un oficial que ya murio. No conservan la herramienta que utilizaron.
Alfonso García	Tarazona de la M.	Albañil	Construyó tapias hace 50 años (sólo durante 2 años, luego dejó de usarse el tapial) Aporta datos sobre la técnica en la zona. Consulta a otros compañeros y ninguno conserva tapiales.
Prudencio Fernández «Peque»	Letur	Jubilado	Construyó la casa de Analisse Grassreiner con tapia hace 12 años. Trabajo mucho de joven (tiene 77 años) Su experiencia la recoge Analisse en «Letur: sus gentes, sus tradiciones»
Daniel García Lázaro	Madrigueras	Juez de Paz	Empezó a trabajar en la construción en el año 1947 y las últimas tapias las hizo en torno al 55. Conserva dos tapiales y cinco agujas.
Julio Cañada	Villarrobledo	Albañil	Construyó su casa de campo con tapial en 1986, aparece publicada una reseña de la misma en una revista local (fotocopia facilitada por él mismo)
Pascual Calero	Villarrobledo	Jubilado	Conserva un juego de tapiales

go de Sagredoadrid 2000, también recogido en *Actas del III congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio arquitectónico y edificación*, Granada 20–25 de Mayo de 1996).

7. Como referencia consultar L. Maldonado, F.Castilla, y F.Vela. *La técnica del tapial en la Comunidad autónoma de Madrid. Aplicación de nuevos materiales para la consolidación de muros de tapia.* Informes de la Construcción nº 452. Pp 27–37 (Nov-Dic, 1997)
8. Traducción debida a García y Bellido según López (2000), con idéntica versión en De Hoz (2003) y en Font (1990), en valenciano. En Olcese (1993) encontramos esta otra versión (C:PLINI SECUNDI, Naturalis Historiae, T.II, libro XXXV, XLVIII, París, 1728 . Traducción de Esperanza López Rivero, Alumna de Filología Clásica e Hispánica, 1989)«*¿Acaso en África y en Hispania las paredes a las que llaman muros de «pisé» (hechos de tierra apisonada) porque se recubren por ambas partes con dos tablones que las rodean no se mantienen firmes con los años, las lluvias, los vientos, los fuegos y son más firmes que todo el cemento?*»
9. La obra de Olcese mencionada recoge un amplio estudio sobre estas fuentes
10. Larraz (1998), hace referencia a una «ordenanza de tapiadores» en Tenerife, aparecida en una recopilación de 1670 y recoge «Acuerdos del Cabildo de la Isla» relativos al tema, en varias fechas entre 1497 y 1533
11. *Relaciones Topográficas de los pueblos del reino de Murcia*. Cebrián, A. (Universidad de Murcia, 1992) Las Relaciones Topográficas de Felipe II, consisten en

unos cuestionarios, de los que se hizo envío a todos los Ayuntamientos de ciudades y villas, encaminados a conocer los antecedentes y situación de los mismos. En los mismos se recogen cuestiones relativas a todos los aspectos de la vida social, económica, política, militar, etc. El primero de ellos se envió en 1575 y un segundo en 1578, en el primero las preguntas comprendidas entre los números 32 y 36 se refieren al sitio de asiento, castillos y fortalezas, casas y edificios señalados, en concreto la pregunta 35 se refiere a: «las suertes de las casas y edificios que se usan en el pueblo, y de que materiales están edificados, y si los materiales los hay en la tierra o los traen de otra parte» (El cuestionario del año 1578 presenta la misma pregunta) Posiblemente sea el primer documento de esta índole que se realiza en Europa y resulta de interés al recoger testimonios de las propias gentes del lugar (En el Archivo Histórico Provincial se pueden consultar fotocopias de las respuestas a los cuestionarios remitidas por varios municipios de la provincia, cuyos originales se conservan en la biblioteca del Monasterio de El Escorial)

12. Archivo Histórico Provincial de Albacete, sección municipios, caja 439: Feria. Antecedentes históricos y obras. 1672–1924
13. Este proyecto aparece también recogido en «El despertar de una ciudad. Albacete 1898–1936». Gutierrez Mozo, E. Ediciones Celeste. Madrid, 2001. (Ficha nº 129) Demolido. En el archivo municipal se conservan los planos originales recogidos en estas publicaciones y que aquí se reproducen, incluyendo alzados. (Exp. Nº 22, de 6 de Marzo de 1933). Se encuentra otro edificio del mismo arquitecto, de configuración similar, para D. Arnelio Martínez (en la c/ Blasco de Garay), también demolido (Exp. Nº 405, de 26 de dic. De 1933)
14. Enciclopedia ilustrada Espasa-Calpe. «Molde de dos tableros paralelos en que se forman las tapias» (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española)
15. Tan sólo uno de los juegos de tapiales que conserva Juan Soriano mide menos de 240 cm de largo (225 cm), todos están compuestos por 5 tablones menos los de Santos Cuesta que están compuestos por 3 y 4 tablones, de entre 20 y 30 cm de ancho.
16. Sólo en el tapial más corto de Juan Soriano (aparentemente más moderno y menos usado) las tablas están machihembradas.
17. Temes y Barrios se refieren a este elemento como «barzón», término que efectivamente aparece en otras publicaciones. Daniel García se refiere a él como «lomarzo» y el resto de personas entrevistadas no reconocen un término específico para designarlo. Un vez hecha esta aclaración, en adelante utilizaremos el término «barzón» para referirnos al mismo.
18. Esto se aprecia con especial claridad en los tapiales de Daniel García, donde además, a diferencia del resto la pletina no recubre al completo las testas de los tablones.
19. La obra de Font é Hidalgo recoge esta situación, lo que daría origen a la aparición de juntas inclinadas a 45º entre tapias, de las que no se ha encontrado ningún ejemplo durante el estudio. Por otro lado este tipo de juntas son habituales en otros países (p. e. en el sur de Francia,)
20. Según el testimonio de Alfonso Domínguez (de Tarazona) en las últimas construcciones que el recuerda se reducía el espesor de los muros a 45 cm al conseguir tapias mejor compactadas y de mejor calidad. Estas son las medidas habituales que también recogen Temes y Barrios en su artículo. Por otro lado las dimensiones de las agujas encontradas y la disposición de los agujeros en las mismas permitirían como máximo espesores de 60 cm.
21. Según testimonio de Prudencio Fernández «el peque» estas clavijas se hacían con media herradura.
22. Según Temes y Barrios, «al llegar a las últimas tongadas se introducen los codales, y sobre ellos se echan y apisonan las últimas capas; estos codales se sacan una vez terminado el apoyo a los tableros para construir un hilo inmediato superior». En este caso no realizarían ninguna sujeción de los tapiales, que por otro lado parece innecesaria, pues tienen rigidez suficiente para mantener su posición sujetos tan solo en los extremos por la frontera y el muro ejecutado. No obstante con tal fin aparecen recogidos en los trabajos de Font e Hidalgo (1990) y Cuchí (1998), lo que obligaría a su colocación previa.
23. En algún caso, como cuenta Juan Soriano, se montaba un cuerpo de andamios rudimentario con maderas, que se iba desplazando según avanzaba la construcción del muro.
24. Diccionario de construcción tradicional. Tierra. (De Hoz 2003). «Oficial que hace tapias» (DRALE)
25. Del Campo Aguilar, F. 1958. *Oficios de la ciudad: Albañiles*
26. Chacon, T (1981,209), refiriéndose al habla del oficio de Albañil
27. Este proceso se recoge en el video filmado en la Escuela Taller de Almansa, que complementa este trabajo
28. Chacon, T (1981,209), refiriéndose al habla del oficio de Albañil. Esto también aparece recogido en el trabajo de Font e Hidalgo al referirse a la comarca de Els Ports.
29. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (DRALE).
30. Mientras que el resto de términos son utilizados habitualmente por las personas entrevistadas par describir este proceso, este último no lo conoce ninguno.
31. Grasreiner, A. 2003. *Letur. Sus gentes, sus tradiciones.* Albacete. Durante esta investigación se ha entrevistado

al peque y a la autora del libro, cuya casa se ha construido hace diez años con tapial.
32. Carbón mineral menudo que, como residuo, suele quedar al mover y trasladar el grueso
33. Denominación según el DRALE
34. No se hace referencia a tapias careadas con mampostería o ladrillo, como la «tapia valenciana», recogidas en otros textos , por no encontrarse ejemplos en la provincia.
35. Según Juan Soriano no vale cualquier arena, preferiblemente debe ser «de rambla».
36. El malhecho se coloca formando una especie de cuña a lo largo de los tapiales, deja una caja interior par echar la tierra, de modo que al apisonar el conjunto la costra penetra aun más bajo la capa de tierra.
37. Archivo Histórico Provincial de Albacete, sección municipios, caja 439: Feria. Antecedentes históricos y obras. 1672–1924

Lista de referencias

Relación de obras que en el documento aparecen referidas por Autor (año):

Algorri García, Eloy. Vázquez Espí, Mariano (1996). *Enmienda a dos de los errores más comunes sobre el tapial.* I Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU (Madrid, 19–21, sept, 1996)

Bualuz del Rio, G. Bárcena Barrios, P. (1992): *Bases para el diseño y la construcción con Tapial.* M.O.P.T. Madrid

Campo Aguilar , Francisco Del (1958) . *Albacete contemporáneo. 1925–1958*

Chacon, Teudiselio (1981). *El habla de la Roda de la Mancha.* Instituto de Estudios Albacetenses (serie I, nº8)

Cuchí i Burgos, Albert (1996): *La técnica tradicional del tapial.* I Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU (Madrid, 19–21, sept, 1996)

Feduchi, Luis. (1978): *Itinerarios de arquitectura popular española.* (tomo 5, la mancha, del Guadiana al mar). Ed Blume. Barcelona

Flores López, C. (1973): *Arquitectura Popular española.* Tomo III (regiones centrales) y Tomo IV (Cataluña, Valencia, Andalucía). Ed. Aguilar. Madrid

Fernández Balbuena, Gustavo. (1922): *La arquitectura humilde de un pueblo del Páramo Leonés. Los tapiales de barro. Su técnica.* Arquitectura n °38. COAM

Font, Fermín. Hidalgo, Pere. (1990): *El Tapial. Una técnica constructiva milenaria.* Colegio de Aparejadores de Castellón.

Hoz Onrubia, Jaime de. Maldonado, L. Vela, F. (2003). Diccionario de construcción tradicional: Tierra. Ed Nerea, Madrid

Larraz Mora, Alejandro (1998): *Sistemas constructivos de la vivienda canaria a raíz de la conquista. El caso de Tenerife.* II Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU (A Coruña, 22–24, Oct, 1998)

López Martínez, Fco. Javier (2000). *«Tapias y Tapiales». Revista Logia. Nº8 (2000)*

Maldonado, L. Castilla, F y Vela. F (1998). *La técnica del tapial en la Comunidad autónoma de Madrid. Aplicación de nuevos materiales para la consolidación de muros de tapia.* Informes de la Construcción nº 452. Pp 27–37 (Nov-Dic, 1997)

Olcese Segarra, Mariano. (1993): *Arquitecturas de tierra: Tapial y Adobe.* Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid.

Temes, Vicente. Barrios, Rafael. (1933): *La construcción del tapial en la provincia de Albacete.* Arquitectura nº 175. Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid. (Reproducido posteriormente en Almud nº5, 1982)

Villanueva, Juan de (1827). *Arte de Albañilería.* (Dibujos de Pedro Zengotita) Edición facsímil de 1984, por A. Luis Fernández Muñoz, Madrid

Evolución de la técnica constructiva en el ámbito de la vivienda de los núcleos de población de la Huerta de Gandia

José Manuel Climent Simón

La comarca de La Safor comprende dos subcomarcas naturales como son las de la Huerta de Gandia y La Valldigna, cada una de las cuales está definida por una serie de valles entre elevadas montañas, que desembocan en la llanura litoral. Históricamente los asentamientos humanos se han localizado de manera diferente, prefiriendo en principio pequeñas elevaciones cercanas a las zonas de cultivo y cursos de agua para pasar más tarde a ocupar las fértiles llanuras, llegando durante el periodo islámico a conformarse una serie de pequeñas agrupaciones de casas (alquerías) que han sido en muchos casos el origen de los actuales núcleos de población. La gran fertilidad de la tierra, unido al clima templado y la abundancia de agua propició el establecimiento de la población junto a las zonas cultivables, pero de forma agrupada, llegando en la actualidad a una importante concentración de poblaciones que suman un total de treinta y una, de manera que encontramos un tipo de asentamiento de núcleos concentrados, siendo muy escasos los asentamientos dispersos como sucede en otras zonas de huertas.

De manera que el tipo general de vivienda predominante es el que se desarrolla en los diferentes núcleos de población, predominando el tipo unifamiliar adosado formando manzanas cerradas. Las tramas urbanas generadas responden a diversos aspectos, entre otros la orografía de los emplazamientos, la existencia de ríos, de travesías y cruces de caminos, etc. Según cita V. Fontavella (1952), encontramos en la comarca dos tipos diferentes de asentamientos, por un lado aquellos que ocupan terrenos llanos y por otro aquellos que se sitúan en ladera, a los pies de los montes y junto a las zonas cultivables.



Figura 1
Núcleo urbano de Bellreguard hacia 1950 (Arxiu municipal de Bellreguard)

Evolución tipológica

Un recorrido por diferentes momentos de la historia nos servirá para ofrecer una visión más amplia acerca de la población, sus formas de asentamiento, y características de los diferentes alojamientos.

Las óptimas condiciones climáticas favorecieron los asentamientos humanos, siendo los más anti-

guos pertenecientes al Pleistoceno Medio, utilizando las cuevas y otros refugios naturales como espacios de alojamiento, hasta que en el Neolítico se abandonan estas cuevas y se establecen poblados al aire libre.

La casa de época ibérica

Diferentes yacimientos arqueológicos datan en los siglos V y IV a. C. poblados en altura, defendidos en pequeños promontorios cercanos a las tierras de cultivo y desde donde poder ejercer un control del territorio. En el yacimiento del Rabat (Rafelcofer) se han encontrado restos de casas con habitaciones adosadas contra la cara interior de la muralla datados entre los siglos II y I a. C. (Gisbert 1983).

La casa romana

A partir del reinado de Augusto se desarrolla un modelo de ocupación del territorio rural basado en las «villae», abandonando definitivamente los antiguos asentamientos ibéricos situados en zonas altas y ocupando las tierras cultivables (Albiach, Bonet, Gozalbes 2003).

En la comarca de la Safor se produce un asentamiento de la población de tipo rural, desarrollado en diferentes «villae» localizadas en diferentes puntos del territorio (Ador, Vilallonga, Potries, Daimús), y dedicadas a la explotación agrícola. Los diferentes trabajos arqueológicos realizados desde principios del siglo XX han localizado numerosos yacimientos relacionados con núcleos de población correspondientes al periodo romano. Sistemas constructivos y materiales típicamente romanos como la argamasa de cal, los morteros hidráulicos, los pavimentos cerámicos, los hormigones de mortero de cal (opus caementicium), columnas, ladrillos, tejas, etc. se han localizado en los diferentes yacimientos estudiados. La existencia de estudios realizados en yacimientos en comarcas cercanas hace suponer que la vivienda en la zona de La Safor seguiría las mismas pautas, estructurándose esta a partir de un atrio columnado y patios posteriores alrededor de los cuales se organizaban las diferentes dependencias.

La casa del Fas (Ador), Taller de ánforas (Oliva), «El Pedregal» (Potries), Torre de Daimús (Daimús) son algunos de los principales yacimientos de época romana de la comarca.

La casa de época islámica

Fue a partir del siglo X cuando se produce en la comarca una ocupación importante del territorio por parte de población de origen islámico, que permanecerá en ella hasta 1609.

Propios de la cultura islámica fueron las estructuras realizadas con muros de tapial. Esta técnica consistente en levantar muros mediante el relleno y compactado de una mezcla de tierra, cantos rodados y cal en el interior de unos cajones formados por tablas de madera, permitía construir de manera económica y rápida muros verticales sobre los que apoyar los diferentes niveles de forjados o cubiertas. A parte de las estructuras defensivas correspondientes a los castillos levantados durante los siglos X y XI, quedan restos de estructuras de habitación correspondientes a la época de dominio islámico vinculadas a estas estructuras defensivas. Concretamente en el castillo de Bairén (Gandía) y en el de La Reina Mora (Benifairó de Valldigna) encontramos restos de antiguas villas que pudieron tener su origen en esta época. De los numerosos asentamientos que existieron en las zonas llanas cultivables formados por pequeñas agrupaciones (20–30 casas) llamadas alquerías no se conservan restos (Cardona, Climent 1998).

La casa de época cristiana

La conquista cristiana supuso un cambio importante en el modo de asentamiento de la población, concentrándose los nuevos colonos cristianos en algunas de las antiguas alquerías musulmanas, que se fueron desarrollando hasta formar las actuales poblaciones, el resto de alquerías quedaron habitadas por la población musulmana hasta su expulsión en 1609 (Bazzana 1983).

A partir del siglo XV empiezan a consolidarse algunas de las tramas urbanas en poblaciones como Oliva, Palma, y especialmente Gandia, donde el la zona del Raval (morería), las casas contaban con dependencias en la parte anterior donde se instalaban los diferentes talleres artesanos de peletería, carpintería, etc. que abastecían a una población en constante crecimiento.

Las clases más pudientes construyeron pequeños palacios o casas señoriales para alojar a sus familias, algunos de ellos desaparecidos o estado ruinoso. El trabajo realizado en el Palau de Castellonet de la Conquesta nos ofrece una interesante información sobre las técnicas utilizadas para levantar estas construcciones que datan del s. XVII.

El Palau de Castellonet presenta una estructura de planta sensiblemente cuadrada, formada por cuerpos construidos perimetrales alrededor de un patio central. Junto con la Iglesia, con la que comparte medianera, y antiguamente acceso directo, ocupa una manzana completa de la población, siendo éste el conjunto arquitectónico más importante de la misma.
El cuerpo principal, recayente a la plaza, tiene tres niveles. En el inferior se realiza el acceso principal a través de puerta con arco de medio punto, en el centro de la misma y coronada por el escudo señorial, y en el extremo derecho, junto a la Iglesia se sitúa la puerta de carruajes. La planta principal presenta cuatro huecos con balcones. El nivel superior está resuelto con una logia de arcos de medio punto de clara influencia renacentista que ahora se encuentra tabicada. Corona la fachada principal un alero de ladrillo cerámico.
El cuerpo lateral, que linda con la Iglesia presenta fachada al patio y a la calle trasera y también se desarrolla en tres niveles, siendo el nivel inferior el dedicado a las caballerizas, bodegas, etc., el superior al servicio, cocinas, etc. y el último a cambra.
El cuerpo trasero, más estrecho y con forma irregular, tenía dos niveles originales, el inferior dedicado a usos relacionados con los trabajos agrícolas y el superior a terraza mirador, ofreciendo una fachada al patio interior formada por tres arcos carpaneles y coronado por alero de ladrillo y tejas cerámicas curvas.
El cuerpo que cierra el patio por levante es de mayor profundidad, ocupando dos crujías, y posiblemente alojaría el acceso principal al nivel superior desde la escalera del patio.
La estructura del edificio está realizada con muros portantes paralelos a las fachadas y al patio, estando construidos en mampostería ordinaria, presentando verdugadas de ladrillo en las esquinas y formación de jambas. Los huecos de fenestración en dichos muros se cubren con arcos rectos de ladrillo o con dinteles de madera en otros casos, En el acceso principal encontramos un arco de medio punto aparejado y en el de acceso al patio interior y en el interior de las caballerizas arcos carpaneles de tres radios. Estos dos accesos presentan jambeado de sillería.
Los arcos de la terraza mirador del cuerpo trasero recayentes al patio se realizan con arcos carpaneles, presentando en las impostas de arranque ladrillos moldurados. La logia de la fachada principal está compuesta por pilastras y arcos de medio punto realizados con ladrillo cerámico con recubrimiento enfoscado.
Las luces libres entre muros de carga son de unos cuatro metros, realizándose los forjados con viguetas de madera y entrevigado de revoltón de ladrillo formando revoltones que posteriormente se enlucen.
Los demás elementos de la construcción inicial como la escalera y patio han desaparecido, aunque por testimonio de antiguos habitantes sabemos su ubicación y algún dato de su trazado (Boigues, Climent 2003).

El siglo XX

Fiel reflejo de los cambios socio económicos ocurridos en la comarca durante los últimos siglos ha sido

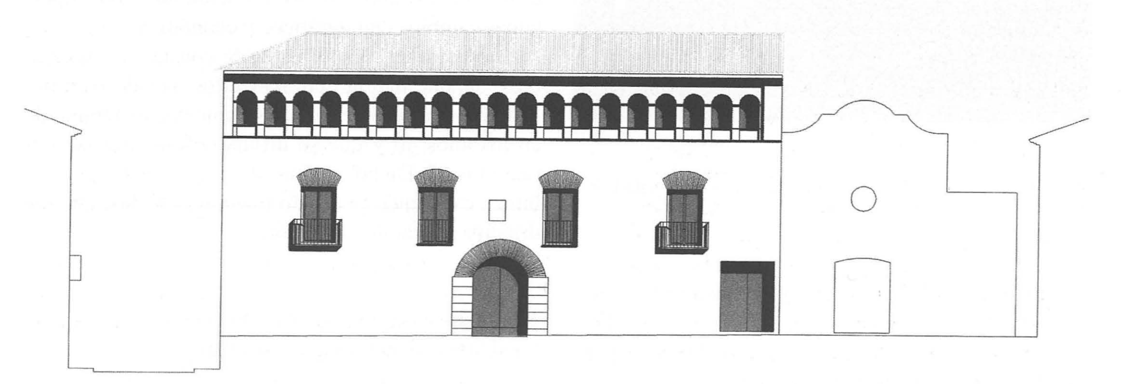


Figura 2
Palacio de Castellonet de la Conquesta. Siglo XVII

el tipo de casa predominante en cada época. Hasta mediados del s. XX, la casa ha estado concebida como hogar y como espacio económico, estando el conjunto dotado con numerosos espacios relacionados con la explotación de la tierra y la cría de animales (graneros, cuadras, bodegas, corrales, desvanes, secaderos ...), que en muchos casos se entremezclaban con las zonas de habitación humana.

Las diferentes épocas en las que se ha producido un determinado tipo de monocultivo predominante (caña de azúcar, morera para la cría del gusano de seda, vid para la pasa y por último naranjo) han caracterizado en cada caso un tipo bien diferenciado de vivienda.

> Cumple la doble función de servir de vivienda al hombre y satisfacer necesidades íntimamente ligadas con la vida agraria de la huerta. La parte destinada a la vivienda no ha sufrido modificaciones importantes a través del tiempo, en cambio la parte destinada a usos agrícolas se modifica cada vez que se transforma la estructura agraria o cambian los cultivos fundamentales (Fontavella 1952).



Figura 3
Tipos de viviendas de dos plantas y andana en Vilallonga

Parte o todo el piso superior se dedicó a almacén y secadero de las cosechas. Con la introducción de la industria sericícola, la cría del gusano de seda requería importantes superficies, por lo que en muchos casos las viviendas disponen de una planta superior o andana para la cría del gusano. Por su parte el cultivo de la vid para su transformación a pasa no requería nuevas dependencias en las viviendas pero si en cambio en zonas bien asoleadas del campo, donde se construyeron los llamados «riu-raus», que a modo de cobertizos servían para el secado de la uva. El último gran cambio en las economías domésticas de la comarca se produce en las primeras décadas del s. XX, al introducirse de forma masiva el cultivo de cítricos, especialmente de naranjas. Este tipo de cultivo requiere grandes almacenes para su manipulación y transporte por lo que la vivienda se ve liberada de la necesidad de dependencias relacionadas con él.

Todo esto ocurre hasta los años 50, ya que hasta entonces se trataba de una economía dependiente del cultivo y exportación de la naranja. Será a partir de entonces cuando paulatinamente se introducen nuevos sectores productivos como la industria, los servicios, la construcción y sobre todo el turismo de costa. Estos cambios afectan de manera muy desigual a los diferentes municipios, por lo que algunos de ellos seguirán dependiendo de una economía agrícola todavía muy rentable.

La Guerra Civil, y sobre todo la Posguerra supusieron un freno importante en las economías domésticas, de manera que las viviendas no sufren modificaciones importantes hasta la época del desarrollismo, empezando a aparecer nuevas tipologías acordes con las nuevas necesidades, derivando paulatinamente hacia usos propios de vivienda, o en todo caso con una mayor independencia entre la vivienda y las dependencias económicas.

Alguno autores como Zurilla (1983) establecen 3 saltos tipológicos básicos de la vivienda popular de la comarca, uno de 1800, un segundo hacia 1920 y el último en los años 40–50, coincidiendo con importantes cambios demográficos y económicos.

El estudio de campo realizado constata estos cambios, aunque habría que matizarlos, siendo para nosotros el salto tipológico fundamental el producido en los años 40 y que se instala definitivamente durante los 60. Dicho cambio se produce de forma paulatina, existiendo por tanto tipos intermedios que podríamos llamar de transición.

El tipo de casa de principios de siglo presenta las siguientes características generales

No difiere del tipo que predomina durante todo el siglo XIX, incorporando en su lenta evolución nuevos

elementos que caracterizan cada uno de los periodos cronológicos.

Se trata de construcciones que ocupan parcelas bastante regulares de forma que presentan un frente de fachada a la calle de ancho variable entre 4 y 9 metros y se desarrolla en profundidad que varía entre 15 y 20 metros. Dichas viviendas se agrupan formando manzanas cerradas de forma alargada, generadas por las dos hileras de casas adosadas, desarrollándose en el interior de las mismas los diferentes patios y cobertizos de cada una de las casas.

El tipo general se desarrolla a partir de diferentes crujías paralelas a la fachada que no suelen pasar de 4 metros de longitud debido a las limitaciones mecánicas de los materiales empleados en su construcción (viguetas de madera de pino de poca sección).

La vivienda propiamente dicha se desarrolla en dos crujías, ofreciendo una fachada a la calle y una al patio interior. Pequeños añadidos, cobertizos y corrales alrededor del patio completan el programa. Menos frecuentes son los ejemplos que utilizan una sola crujía, existiendo también aquellos que consumen hasta tres crujías de profundidad.

La gran mayoría de casos se desarrollan en dos o tres alturas, siendo menos habituales aquellas de una sola planta.

En función del ancho ocupado encontramos básicamente dos tipos, la casa «a una ma», que es aquella que se organiza a partir de un acceso lateralizado y una estancia contigua que presenta hueco de fenestración a fachada, y cuyo ancho no suele pasar de 5–6 metros, y por otra parte la casa «a dos mans», que es aquella de mayor anchura de manera que el frente se organiza con acceso centrado y dos estancias contiguas a cada lado. En ambos casos el acceso está compuesto por una puerta de importantes dimensiones ya que debía permitir el paso del carro hasta el fondo del patio.

Algunos casos especiales en parcelas de poco frente de fachada se reducen al acceso estricto y también existen aquellos casos en que se ocupa más frente de fachada, destacando aquellos que plantean en un extremo de la fachada el acceso independiente a las dependencias económicas de la parte trasera.

Figura 4
Viviendas desarrolladas en tres plantas en Rafelcofer. 1920–30

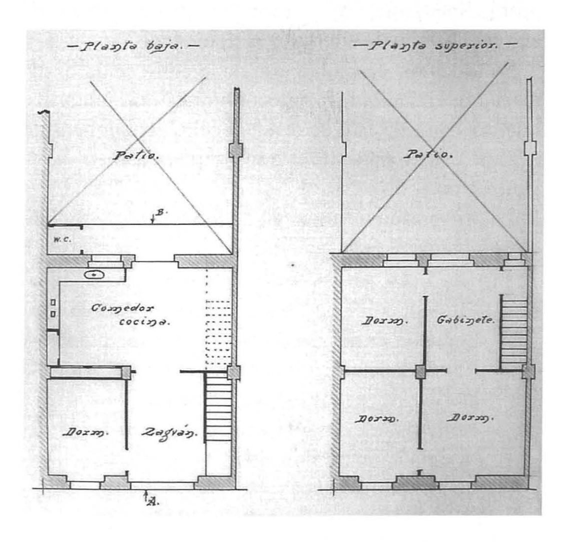


Figura 5
Casa a «una ma» en Gandía. 1927. (Arxiu Municipal de Gandía)

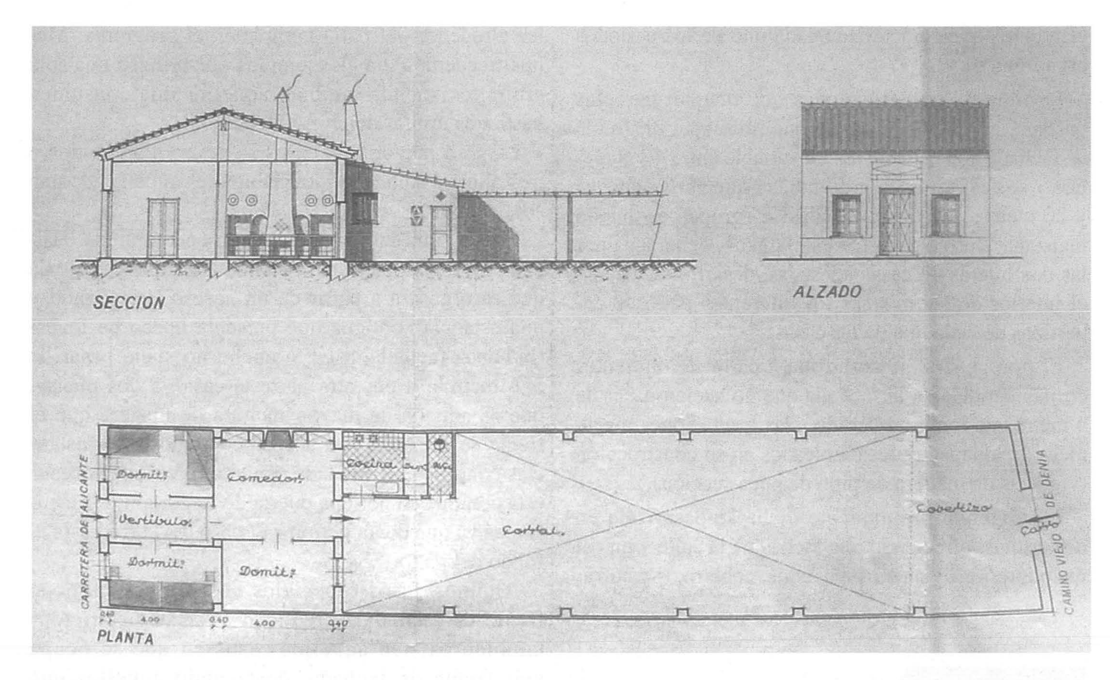


Figura 6
Casa para labrador a «dos mans» en Oliva. 1943. (Arxiu Municipal d'Oliva)

Las diferentes posibilidades de combinación entre profundidad, anchura y número de plantas ofrece un amplio abanico de alternativas tipológicas.

En todos los casos la parte de la edificación destinada a la vivienda responde a criterios más unitarios, mientras que el resto de dependencias económicas de la parte trasera presenta una mayor variedad en su organización.

La organización funcional de la vivienda responde al siguiente esquema general:

- Primera crujía destinada a acceso y dormitorios.
- Segunda crujía destinada a comedor y cocina. En algunos casos incorpora un dormitorio y la escalera de acceso al piso superior.
- En la planta superior se suele ocupar la primera crujía con dormitorios y el resto está dedicado a cambra o andana.

A parte de estos aspectos generales existen multitud de posibilidades que encontramos a menudo en los ejemplos estudiados, observando en la evolución del tipo como la zona de cocina se separa del comedor y se organiza como un cuerpo añadido ocupando parte de una tercera crujía. Así mismo el elemento destinado a WC que en principio encontramos en un rincón del patio, junto a las cuadras o corrales, se acerca a la vivienda, llegando a anexionarse a esta próximo a la cocina. El tamaño y equipamiento de esta pieza incorpora en este periodo importantes mejoras.

El nuevo tipo de vivienda que comienza a implantarse a mediados del s. XX presenta las siguientes novedades que lo diferencian y caracteriza:

El cambio más significativo se produce en la disposición de los diferentes espacios funcionales dentro del conjunto edificado, de forma que el tipo general que dispone de 2 ó 3 plantas ocupa la planta baja con dependencias que no están directamente relacionadas con la vivienda, aunque si con la propiedad, tales como almacenes, comercios, cochera, etc, apareciendo un acceso en fachada que a través de escalera nos conduce al nivel superior donde se desarrolla el programa residencial.

Los primeros ejemplos de esta tipología ya se dan en las primeras décadas del s. XX, sobre todo en los municipios más grandes como Gandía, pero no será hasta mediados de siglo cuando su implantación sea más generalizada.

Como sucedía con el tipo anteriormente mencionado, este también sufre un proceso evolutivo y de adaptación a las nuevas necesidades socio económicas y culturales de cada momento, y estando en muchos casos posibilitado por los nuevos avances técnicos que se van incorporando a la construcción de viviendas como es el uso cada vez más generalizado de las estructuras de hormigón y acero.

El primer paso de la evolución tipológica consistió en trasladar la planta de la vivienda de principios de siglo al nivel superior, de manera que se estructura en dos crujías paralelas a fachada, estando ocupada la recayente a la calle por los dormitorios y la recayente al patio interior por el comedor, la cocina y el aseo, que ya aparece incorporado en el interior de la vivienda. El acceso a la vivienda se suele producir por escalera adosada a medianería que desembarca en la segunda crujía y da acceso al comedor.

Este primer cambio invierte el orden tradicional de vivienda en planta baja y cambra o almacén en planta

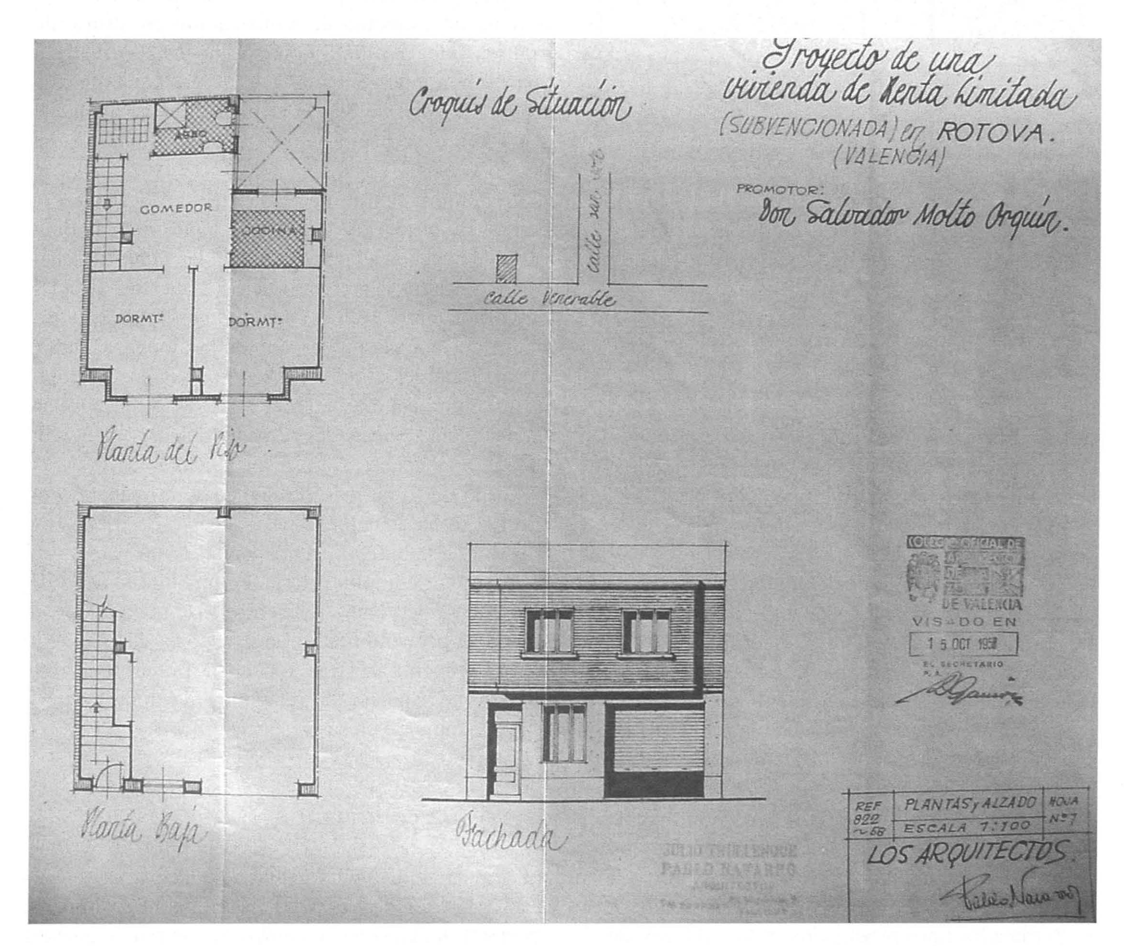


Figura 7
Vivienda en Rótova, 1958. (Arxiu Municipal de Rótova)

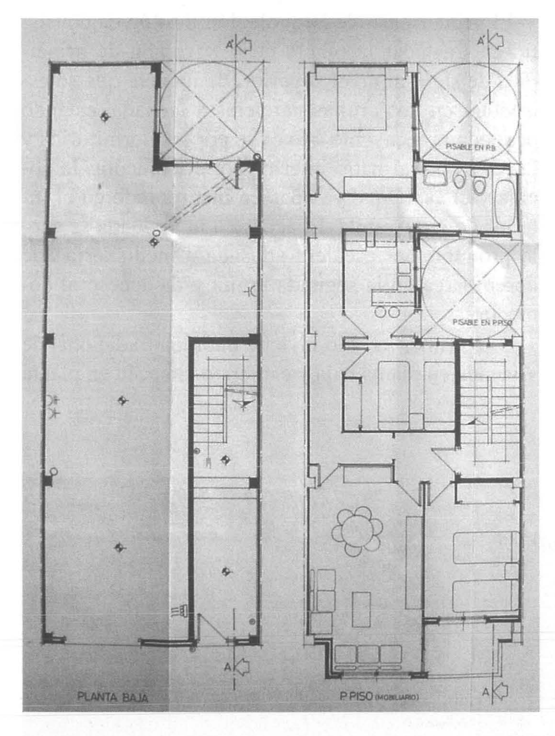


Figura 8
Vivienda en Daimús. 1977. (Arxiu Municipal de Daimús)

superior, manteniendo las dos crujías de profundidad y el patio trasero. En este caso se produce una importante desvinculación entre el elemento de patio y la vivienda, convirtiéndose este en un patio de luces y ventilación de la fachada trasera.

Un siguiente movimiento lógico supuso el cambio en la posición de las zonas de día y noche, pasando la zona de día a la primera crujía y los dormitorios recayendo a la zona más tranquila del patio trasero.

La ocupación de la totalidad de la profundidad fue el último paso detectado, de manera que en planta baja se cubre la práctica totalidad del solar con sucesivas crujías paralelas a la fachada y en la superior se organiza la vivienda intercalando pequeños patios de luces que permiten alcanzar una mayor profundidad e incorporar programas mayores. Este último caso recuerda a los tipos producidos en los edificios de viviendas colectivas de varias plantas entre medianeras en los ensanches de las ciudades.

Durante las dos últimas décadas se están imponiendo desde la planificación urbanística dos nuevas tipologías de viviendas unifamiliares, por un lado los grupos de viviendas adosadas entre medianeras y por otro las viviendas aisladas en parcela propia, recuperando una tipología que en la comarca tuvo poca fortuna en épocas anteriores (Gandía, 1920; Tavernes, 1950). Ambas están destinadas a nuevos sectores de la sociedad que ya están poco vinculados con la explotación agrícola.

Se caracterizan las primeras por su gran aprovechamiento urbanístico, fruto del alto coste de los solares, lo que provoca que los tipos de viviendas resultantes consuman poco frente de fachada y de desarrollen en varias plantas, a veces hasta cuatro. Se obtiene un esquema de zonificación en altura, de manera que la planta semisótano es destinada a aparcamiento de vehículos y almacén, la planta baja alberga la zona de día, la primera la zona de noche y a veces un espacio bajo cubierta es habitado con usos diversos.

Predomina el tipo de tres crujías, albergando la central la escalera y cuartos de baño, quedando el resto de dependencias recayendo a las fachadas anterior y posterior. En el caso de las viviendas aisladas que últimamente se han construido en los bordes urbanos de muchas poblaciones (Villalonga, Gandía, Oliva, Tavernes, Simat . . .) no encontramos tipologías tan definidas. La mayoría de casos se desarrollan en dos plantas, ocupadas respectivamente por las zonas de día y noche.

En un corto periodo de tiempo y de manera progresiva se ha abandonado el concepto de patio, elemento que había sido fundamental hasta hace poco tiempo, que cumplía diferentes funciones, tanto de tipo económico como residencial. De manera que el corral, el pequeño huerto, jardín, pozo, alberca, emparrado, cocina . . . que ayudaban a configurar este espacio de estancia, de relación y de trabajo, se ha visto disminuido en su presencia.

La técnica constructiva

La arquitectura y en particular aquella que ha servido para construir las casas de las diferentes culturas y espacios geográficos se configura como un elemento fundamental a la hora de elaborar la cultura de un pueblo, expresándose en ella multitud de aspectos

culturales y socio económicos que suponen un signo de identidad que las hacen diferentes de sus vecinos.

Esta característica ha permanecido a lo largo del tiempo, lo que propició que hasta hace pocas décadas, las formas de construir no presentaran importantes novedades, siendo ya entrado el s. XX cuando los avances técnicos y la nueva sociedad que se va conformando acepte las innovaciones técnicas. En la actualidad, la globalización a la que está sometida la sociedad pone de manifiesto esta característica anteriormente comentada, generándose tanto tipologías como formas de construir que abarcan ámbitos mucho más amplios.

El estudio realizado pone de manifiesto esta circunstancia, de manera que las casas construidas a principio de siglo en la comarca respondían a un tipología constructiva propia de la zona, con numerosas similitudes a las realizadas en comarcas vecinas y que a su vez las diferenciaba de otros ejemplos producidos en ámbitos más lejanos, para pasar de manera progresiva a construir con las nuevas técnicas y materiales y perder en parte las señas de identidad, o en todo caso evidenciar esa nueva identidad.

Es evidente que los avances tecnológicos han supuesto numerosas mejoras de todo tipo, pero no es menos cierto que en muchas ocasiones esas innovaciones técnicas no se han aplicado de manera satisfactoria ni acorde con las características del medio físico.

Factores económicos han llevado a que históricamente la arquitectura doméstica haya tenido una dependencia directa del territorio donde se implanta, ya que a partir de sus materias primas más cercanas se levantaron las casas de los diferentes pueblos y culturas que lo habitaron, quedando a su vez matizados por aspectos culturales propios de cada una.

En paralelo a la evolución tipológica se produce una evolución de carácter técnico constructivo, estando ambas interrelacionadas y siendo cada una de ellas complementaria de la otra.

Para intentar realizar una descripción y clasificación de las diferentes técnicas se subdivide el conjunto construido en los siguientes apartados:

Estructura

La gran mayoría de los ejemplos estudiados presentan un sistema estructural de tipo adintelado, caracterizado por elementos sustentantes formados por muros o pórticos y elementos sostenidos formados por forjados horizontales o inclinados (cubiertas).

El muro de carga, aunque no de manera exclusiva, es propio de las casas construidas hasta la primera mitad de siglo XX, y está directamente relacionado con la construcción de las casas de varias crujías paralelas a fachada. El muro aparece presente tanto en la fachada exterior como en la recayente al patio, mientras que en las líneas de carga intermedias este puede estar presente o ser sustituido por machones y dinteles.

La cercanía de las poblaciones a las zonas montañosas permitió un fácil abastecimiento de piedra y mampuesto para levantar los muros de piedra y argamasa de cal, recercando huecos y delimitando esquinas con fábricas de ladrillo.

A finales del siglo XIX empieza a tener una importante presencia la arquitectura culta, que reinterpreta lenguajes eclécticos y modernistas en un ámbito rural, primero proyectada por maestros de obra y más tarde por técnicos y arquitectos, dirigida a un sector acomodado de la población, utiliza el ladrillo como material más apropiado para levantar las nuevas estructuras, sustituyendo a las fábricas de mampostería. Esta técnica constructiva será prácticamente abandonada a partir de los años 60 al empezar a imponerse las estructuras porticadas.

Durante épocas de regresión económica, especialmente en los años de posguerra, se generalizó la utilización del bloque de hormigón realizado en muchos casos a pie de obra. Se trata de bloques macizos, de

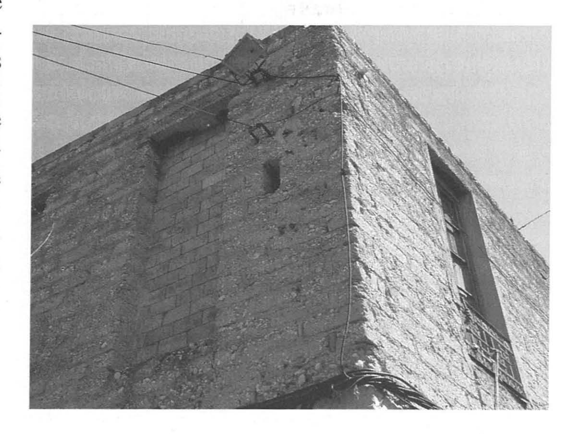


Figura 9
Construcción realizada con muros de bloques de hormigón. Gandía. 1930–40

dimensiones algo superiores a las del ladrillo, que realizados con una mezcla de grava rodada, arena y una pequeña parte de cemento, suficiente para fraguar y darle consistencia, se colocaban en obra tomados con mortero conforme a las leyes de la traba.

El cambio tipológico que consistió en destinar la planta baja a diversos usos e independizar la vivienda en la planta o plantas superiores supuso la introducción de sistemas porticados que permitieran una mayor flexibilidad al nivel inferior. La utilización de los sistemas porticados se produjo de forma progresiva a partir de los años cincuenta, observando durante un primer periodo que llegará hasta la década de los setenta como la línea de carga que corresponde a la fachada se resolvía todavía con muro de carga. Será a partir de entonces cuando la utilización del pórtico para la sustentación de los forjados se extienda a toda la edificación.

Figura 10
Proyecto de fachada en Gandía, 1907. (Arxiu Municipal de Gandía)

A partir de los machones de ladrillo y cargaderos de madera, los sistemas porticados empiezan a imponerse, incorporándose, aunque con retraso, los nuevos materiales y técnicas del hormigón armado y el acero en la construcción de estructuras, siendo actualmente las estructuras de pórticos y forjados de hormigón las más utilizadas.

Forjados

Las diferentes maneras tradicionales de forjar son a base de hojas planas (viguetas y rastreles de madera y plementeado de piezas cerámicas) o forjando con bovedillas cerámicas (viguetas de madera y revoltón de ladrillo cerámico tomado con yeso) (Liern 1934).

La introducción progresiva de nuevas técnicas constructivas provocó la convivencia durante algunas décadas de materiales y técnicas tradicionales con elementos metálicos y de hormigón, hasta acabar por imponerse estos últimos, especialmente los de hormigón, ya sea realizado in situ, o con piezas prefabricadas.

Cubiertas

La cubierta es la parte del conjunto edificado que presenta un mayor contacto con el medio exterior, re-



Figura 11
Forjado inclinado de cubierta de estructura de madera y ladrillo cerámico. Rafelcofer, 1928. (Ref.: 167)

mata la vivienda en su plano superior protegiéndola de la lluvia y aislándola térmicamente. Las diferentes formas de solucionar las cubiertas están todas ellas directamente relacionadas con el medio natural y con las características climatológicas de la zona. La comarca presenta un clima típicamente mediterráneo, con unas temperaturas medias anuales templadas y abundantes lluvias concentradas en otoño y primavera, a veces de carácter torrencial. Las nevadas no son habituales en los núcleos de población.

A parte de la clasificación tradicional que distingue los tipos de cubierta atendiendo a la pendiente que presentan sus planos, distinguiendo entre cubiertas planas y cubiertas inclinadas, hemos de anteponer aquella otra clasificación que atiende a sus características heliotérmicas y que distingue los tipos de cubiertas ventiladas y cubiertas no ventiladas.

Dadas las condiciones y características climáticas, las diversas modalidades de cubiertas ventiladas han solucionado de manera eficaz la cubrición de las viviendas, siendo la utilización de cubiertas no ventiladas más tardía. Tradicionalmente se ha utilizado un sistema de cubierta fría o ventilada, ya sea en cubierta plana o inclinada (terraza o tejado).

En los casos en que la vivienda ocupa la última planta del edificio, o bien este sólo tiene una planta, las cubiertas se resuelven interponiendo una cámara ventilada entre el techo de la vivienda y la cubierta como elemento más externo. Cuando se trata cubierta plana se construía la cámara sobre el forjado horizontal levantando sobre tabiquillos palomeros el tablero que soportará la cubierta y permitiendo la

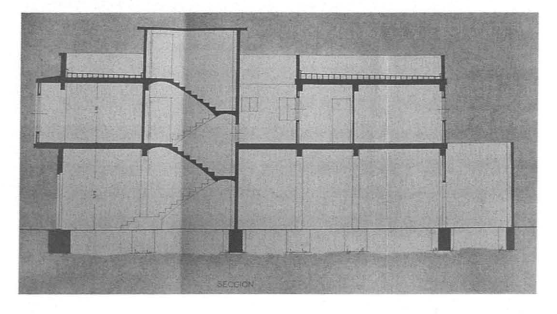


Figura 12
Vivienda entre medianeras en Bellreguard, 1964. Sección longitudinal. Cubierta plana ventilada «a la catalana». (Arxiu Municipal de Bellreguard)

ventilación de la cámara en todo el perímetro de encuentro con el antepecho. Cuando el edificio se cubre con tejado inclinado, se descuelga un falso techo generando una cámara que se ventila por pequeños huecos practicados bajo los aleros o en los hastíales.

En el caso en que la vivienda no ocupe la última planta de la edificación por ubicarse en esta una cambra o andana, el edificio se remataba con una cubierta inclinada, haciendo la andana las veces de cámara ventilada, con la ventaja de poder regular dicha ventilación mediante la mayor o menor apertura de los huecos de fenestración.

La descripción realizada por el Doctor José Izquierdo (1911) en la Topografía Médica de Rótova y pueblos anejos a su distrito, supone un documento de un valor indiscutible, en el que se describe con precisión las características de las viviendas de la subcomarca del Vernissa construidas hace un siglo.

> La planta baja está edificada sobre cimientos profundos de piedra, bloques calizos unidos con argamasa de arena y cal, muy consistente, y su suelo, por lo general desnudo, simplemente de tierra apisonada; y las paredes, construidas a base de iguales materiales, revocadas del mismo cemento (morter) o de yeso y enlucidas con lechada de cal, coloreada o blanca; aún en las casas más pobres, se procura no descuidar estos afeites interiores.
>
> La planta alta es mixta, de habitación y de granero-desván (cambra o andana) cuando única; si no, éste viene situado sobre ella; descansa sobre una simple bóveda de trozos de ladrillo o teja, unidos con argamasa o yeso, sostenida por un armazón de toscas vigas de pino; la resguarda un techo de doble pendiente, con otro armazón de vigas y relleno de cañas unidas con cuerdas y cemento o yeso, cubierto por una hilera de tejas ordenadas, pero sueltas . . . Cuando es verdadera habitación posee nuevos dormitorios con balcón o ventanas a la calle (Izquierdo 1911).

A partir de esta descripción de las viviendas en los pueblos de la comarca, se produce una lenta evolución en el proceso y técnica constructivos, que se acelera a partir de los años 50, cuando empiezan a imponerse los productos industrializados, que paulatinamente van sustituyendo a una producción de tipo artesanal, y de manera similar a los aspectos antes comentados, las diferentes técnicas y materiales utilizados por los distintos oficios han sido objeto de numerosos cambios y transformaciones.

A modo de ejemplo, se ha secuenciado, a partir del estudio directo de los expedientes de obra de los diferentes archivos municipales, los tipos de pavimentos utilizados. Partiendo del dato anteriormente ofrecido donde el solado se resolvía mediante apisonado de tierra o utilización de morteros, las casas más pudientes utilizaban pavimentos de baldosa de barro cocido, apareciendo ya a principios de siglo la utilización de baldosa hidráulica (1920), que tendrá un uso generalizado hasta finales de los años 60, momento en que se introduce en el mercado los pavimentos de baldosa de terrazo, que poco más tarde alternará su uso con los pavimentos cerámicos gresificados; conviviendo en la actualidad infinidad de soluciones para resolver los solados de las viviendas (cerámicos, pétreos, maderas, plásticos, sintéticos, etc).

De modo similar, se produce un amplio abanico de posibilidades y soluciones en el resto de técnicas y oficios que intervienen en el proceso constructivo de las viviendas.

Lista de referencias

Archivos municipales de la comarca.

Albiach, R., H. Bonet y M. Gozalbes. 2003. *Romans i Visigots a les terres valencianes.*

Bazzana, Andreu. 1983. El Món Islàmic. En *El Llibre de la Safor,* 249–255.

Boigues, C., J. M.Climent. 2003. *Proyecto de restauración del Palau de Castellonet de la Conquesta.*

Cardona, J., J. M. Climent. 1998. *Plà Director d'actuacions al castell de Bairén. Ajuntament de Gandía.*

Fontavella, Vicente. 1952. *La Huerta de Gandía.* Zaragoza: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Izquierdo Sánchez, José. [1911] 2000. *Topografía médica de Rótova y pueblos anejos a su distrito.* Simat de Valldigna: La Xara edicions.

Liern, Ramón. 1934. Pisos y cubiertas en la vivienda rural valenciana. En *Boletín del Colegio Oficial de Arquitectos (Zona de Valencia)* 5.

Gisbert, Josep. 1983. L´època romana. En *El Llibre de la Safor,* 241–248.

Villanueva, Juan de. 1984. *Arte de albañilería.* Madrid: Ed. Nacional.

Zurilla, Ángel. 1983. La casa popular. En *El Llibre de la Safor,* 323–328.

I fondamenti della Meccanica medievale e il «Trattato di Meccanica» nella *Architettura* di Jacopo Barozzi da Vignola

Massimo Corradi
Valentina Filemio

Jacopo Barozzi da Vignola (1507–1573), pittore di formazione e architetto di «mestiere», ha lasciato —oltre ad un cospicuo patrimonio architettonico interprete del maturo linguaggio Rinascimentale, ricco di una precisa grammatica e una rigorosa sintassi costruttiva e formale— un'opera di gran pregio anche per la «scienza meccanica». Come il linguaggio vitruviano della *firmitas*, più o meno ricco e raffinato, riprende i temi della meccanica antica —pre-galileiana, aristotelica e archimedea—, dove i princìpi elementari e le macchine semplici sono gli strumenti indispensabili per la comprensione del vasto mondo della meccanica applicata alle costruzioni, così il linguaggio architettonico di Vignola si spoglia di quell'apparato formale che contraddistingue la trattatistica Rinascimentale, per rendere parimenti «puri» e scevri da elementi complessi i canoni e le regole del buon costruire.

Negli anni della sua formazione come architetto (1538–ca. 1541), Vignola affina quelle caratteristiche proprie del suo patrimonio linguistico attraverso una selezione razionale, una *reductio in terminis* e una successiva verifica scientifica del vasto —e in parte contraddittorio— patrimonio architettonico dell'antichità. La definizione di elementi linguistici relativi ai «cinque ordini» dell'architettura e il loro uso nella costruzione, hanno come fondamento scientifico-costruttivo quei princìpi meccanici che sono lo strumento per la loro costruzione, dimostrando vieppiù nel Vignola una solida preparazione tecnico-scientifica libera da influenze pseudo-artistiche.

Gli «errori» degli architetti (Gallacini 1767), in rapporto ai princìpi di convenienza e di corrispondenza razionale di ogni singola membratura alla logica costruttiva —e per conseguenza ai i princìpi della meccanica— diventano per il Vignola la base di partenza per la definizione di regole semplici e «certe», che diventeranno in seguito la sua *Regola delli cinque ordini d'Architettura* (Vignola 1562): «regola ferma» —secondo Vignola— in cui sono fissate le proporzioni attraverso un metodo deduttivo unificante, proposto dall'Autore come universale. Il suo metodo «scientifico», la ricercata «standardizzazione» svincolata da elementi accidentali e non governabili —ovvero da variabili indipendenti come si potrebbe affermare in senso matematico—, è alla base sia della sua *Regola*, sia dei princìpi meccanici che sono a fondamento della sua «Arte del costruire». Ogni suo intervento e ogni sua proposta di canone architettonico risentono fortemente di una decisa semplificazione del linguaggio formale di base, arrivando addirittura a sviluppare un lessico coerente con la logica strutturale e linguistica (fig. 1).

Quella del Vignola è dunque un'architettura pensata —anche in senso strutturale— per le strutture murarie e voltate, dove il complesso degli elementi portanti e portati si riduce ad un *unicum*, ovvero ad un'unica fabbrica muraria omogenea.

La «Regola delli cinque ordini d'architettura»

La «Regola» di Vignola ebbe una grande diffusione, prima in Europa e poi in tutto il mondo, a parti-

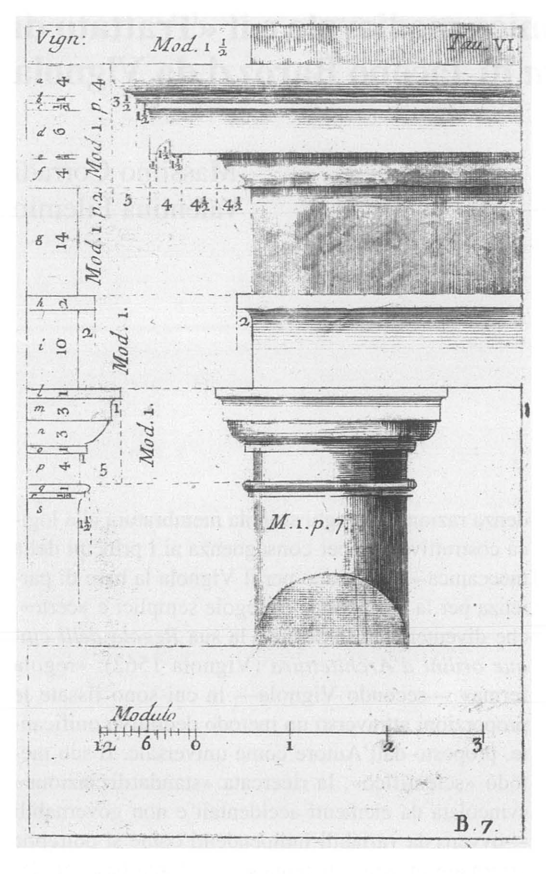


Figura 1
Vignola 1797, Tav. 6

re dal secolo XVI. Nel secolo XVIII, in Italia non si osservano più le ristampe dalle tavole originali, ma si apre la via a nuove edizioni, più o meno rivisitate e distanti dal testo originario. Addirittura, nel secolo XIX, l'edizione tedesca pubblicata a Leipzig nel 1818, eleva il trattato di Vignola a *Manuale elementare dell'arte del costruire*, arricchendolo d'importanti capitoli *Sull'arte del costruire* e *Sull'origine dell'arte del costruire* (Tuttle et al. 2002).

La cultura meccanica pre-barozziana è —come detto— ancora legata a quella aristotelica, archimedea e agli sviluppi successivi della meccanica medievale, per le quali i princìpi elementari della leva e la scienza dei pesi (*De ratione ponderis*, Giordano Nemorario, XIII secolo) sono alla base di ogni speculazione scientifica (Clagett 1981).

La *Fisica* di Aristotele, le *Questioni meccaniche*, il trattato *Sull'equilibrio dei piani o dei loro centri di gravità* di Archimede, sino agli *Elementa Iordani super demonstrationem ponderis*, il *Liber de ponderibus* e il *Liber Iordani de ratione ponderis*, sono la base scientifico-letteraria su cui si fonda tutta la meccanica pre-galileiana, «*humus*» che soggiace a ogni pensiero meccanico e a ogni canone costruttivo in auge al momento della pubblicazione della *Regola* del Vignola. Se il principio della leva, la *gravitas secundum situm* e le macchine semplici sono gli strumenti per concepire e comprendere le scienze meccaniche, le idee leonardesche e quelle degli ingegneri del Rinascimento ne saranno una felice e pratica applicazione (Gille 1980), quasi una Meccanica applicata alle costruzioni in senso moderno.

L'opera del Vignola, con i suoi canoni e la volontà di organizzare in un mondo ordinato e semplice l'Architettura, rende manifesto il senso che accomuna Meccanica e Architettura, le due «nobilissime sorelle», così chiamate dal Franceschinis nella sua prolusione all'anno accademico aperto all'Università di Padova nel 1807 (Franceschinis 1808). Questo fa comprendere come nell'edizione della *Regola* del 1787 (Vignola 1787), così come in quella del 1800 (Vignola 1800), compaia un'aggiunta sui *Princìpi della Meccanica*, complemento indispensabile per meglio interpretare il processo linguistico che deve esprimere l'architettura, non solamente attraverso regole che ne garantiscano un corretto rapporto tra le parti, ma anche attraverso «strumenti» meccanici che ne consentano di individuare il comportamento strutturale.

Il principio della leva, la bilancia, la carrucola, il cuneo, il piano inclinato, la vite, sono le macchine semplici attraverso le quali si possono chiarire i processi meccanici e le loro leggi, la cinematica e la statica, la congruenza e l'equilibrio; tali processi —come è noto— sono alla base del comportamento meccanico del corpo rigido e —in estensione— dei corpi elastici, con cui è «costruita» l'architettura (Guido Ubaldo de' Marchesi del Monte 1631).

Le fonti della Meccanica antica e medievale

Come è noto dalla letteratura sulla storia della meccanica (Dugas 1955) e della meccanica applicata alle

costruzioni (Benvenuto 1981), i fondamenti della meccanica antica, pre-galileiana, si fanno risalire alla *Fisica* aristotelica e ai testi archimedei. Da questo punto di partenza, nel Medioevo si sviluppa in Europa —sulla base delle traduzioni in latino e in volgare dei testi greci noti attraverso la letteratura araba— una vasta pubblicistica —della quale abbiamo fatto un breve cenno nell'introduzione— che concentra la propria attenzione su alcuni princìpi fondamentali della meccanica, desunti dallo studio delle macchine semplici (Clagett 1981).

Lo sviluppo delle scienze meccaniche ha ora come obiettivo principe l'unificazione in una *«mathesis universali»* delle «scienze esatte», in cui la *reductio* all'uso di princìpi semplici, come quello delle velocità virtuali di Aristotele (384–322 a. C.), fino al principio dei lavori virtuali e all'equilibrio della leva di Archimede (287–212 a. C.), diventa il punto di arrivo per la definizione della statica e, in senso generale, della meccanica.

La meccanica aristotelica —che per mezzo dello strumento della leva consente di passare dal principio delle velocità virtuali a quello dei lavori virtuali, e dunque all'equilibrio alla rotazione del corpo rigido— mostra la relazione nascosta che esiste tra geometria e meccanica, come meglio illustrato nella figura 2. In questo modo, il principio dei lavori virtuali si erge a principio universale: esso esprime la legge di dualità tra il mondo della statica e il mondo della geometria (e dunque della cinematica), e troverà la sua esplicazione formale in senso matematico nel cambio di paradigma introdotto nelle scienze meccaniche dal calcolo differenziale e integrale nel secolo XVII.

La meccanica aristotelica si può compendiare in

$$\Pi = P v$$

Π è la potenza del motore, capace di spostare un corpo.

Il problema della leva [PSEUDO-ARISTOTELE, *Mechanica*]

A, F, B, l_1, l_2, α, s_1, s_2, *fulcro*, P_1, P_2, v_1, v_2

v_1, v_2 *velocità*
s_1, s_2 *spazio percorso*

$$\Pi = P_1 v_1 + P_2 v_2 = 0$$

per $v = \text{cost.}$ $v_1 = s_1/t$, $v_2 = s_2/t$

principio delle velocità virtuali $P_1 s_1 + P_2 s_2 = 0$

equilibrio statico (per angoli infinitesimi) $P_1 l_1 - P_2 l_2 = 0$ $[s_1 = \alpha l_1, s_2 = -\alpha l_2]$

equilibrio alla rotazione $P_1 l_1 = P_2 l_2$

Figura 2a
Principio dei lavori virtuali

La statica archimedea e il *De aequiponderantibus libri duo* (Napolitani 2001) ne sono una chiara ed esplicita applicazione, dove princìpi nascosti —come il «principio di ragion sufficiente»— trovano la loro naturale chiarezza nello strumento della leva e nel concetto di equilibrio. Infatti, come scrive Archimede a questo proposito: «gravi uguali sospesi a lunghezze uguali dal fulcro sono in equilibrio». Il concetto di peso —che attraverso il piano inclinato darà luogo al grande tema della *gravitas secundum situm*— trova invece la sua naturale estensione nella carrucola, strumento che consente di tradurre l'equilibrio dei pesi nell'equilibrio delle forze. La leva angolare di Pappo di Alessandria (IV secolo d. C.), così come la sua definizione di centro di sospensione, daranno luogo alla chiarificazione di due importanti concetti come quello di *momentum* e quello di baricentro.

L'applicazione della leva di Giordano Nemorario (secolo XIII), l'occamismo scientifico di Guglielmo di Occam (1300–1350), l'*impetus* di Buridano (ca. 1300–1358), la geometria di Alberto di Sassonia (1193–1280) e Nicola d'Oresme —discepolo di Buridano— (secolo XIV), fra i secoli XIII e XIV apro-

Equilibrio delle forze	*Congruenza degli spostamenti.*
$P_1 l_1 = P_2 l_2 \longrightarrow P_2 = \frac{l_1}{l_2} P_1$	*se* $s_1 = \alpha l_1$ *e* $s_2 = -\alpha l_2$
in termini di spostamenti per il principio delle velocità virtuali.	*per un medesimo valore di* α *si ha:*
$P_1 s_1 + P_2 s_2 = 0$ *da cui si ottiene*	$\frac{s_1}{l_1} = -\frac{s_2}{l_2}$
$P_1 \left(s_1 + \frac{l_1}{l_2} s_2\right) = 0$	
ovvero $s_1 + \frac{l_1}{l_2} s_2 = 0$	*ovvero* $s_1 = -\frac{l_1}{l_2} s_2$

Il principio dei lavori virtuali si presta ad un duplice uso:

a) ottenere la congruenza geometrica noto l'equilibrio

b) ottenere l'equilibrio statico nota la geometria dello spostamento.

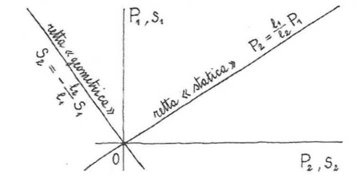


Figura 2b
Esplicazione del rapporto ben più generale e profondo che lega le equazioni di equilibrio alle equazioni di congruenza

no la strada agli importanti contributi dati da Leonardo da Vinci (1451–1519) alla resistenza dei materiali e agli sviluppi della meccanica. Si assiste così ad una lenta conquista e acquisizione dei princìpi attraverso l'uso di semplici strumenti intuitivi, oggetti meccanici che porteranno Simon Stevin (1548–1620), e successivamente Salomon de Caus (1576–1630), a esprimere i concetti di equilibrio e lavoro, indispensabili per meglio comprendere il grande sviluppo della meccanica seicentesca di Marino Mersenne (1588–1648), Gilles Personne de Roberval (1602–1675), Pierre Varignon (1654–1722), Chistian Huygens (1629–1697), e quindi la rivoluzione scientifica —che avverrà nei secoli XVII e XVIII— con l'introduzione dei nuovi strumenti matematici del calcolo integrale e differenziale (Corradi 2002; Corradi 2004).

La meccanica pre-galileiana visse dunque la sua grande stagione attraverso l'uso e la comprensione delle macchine semplici, strumenti che consentivano di esprimere quei concetti elementari che sono alla base del sapere meccanico; un grande «progetto» scientifico riconducibile idealmente a quell'obiettivo auspicato da Jean Le Rond d'Alembert (1717–1783), nel suo *Traité de Dynamique* (D'Alembert 1758), per il quale obiettivo principe era «estendere i princìpi riducendoli».

La meccanica medievale, proprio attraverso le macchine semplici —di cui l'edizione del trattato di Vignola del 1787 farà oggetto di una concisa, ma completa trattazione—, fonda il suo sapere sul principio dei lavori virtuali, sul concetto di equilibrio di forze e momenti, sulla regola del parallelogramma —ovvero sulla composizione e decomposizione delle forze—, estensione in senso generale di quei princìpi che ruotano attorno all'oggetto «peso» che espresse per secoli l'architettura costruita antica e medievale, dove più importante per i costruttori era garantire l'equilibrio della struttura, che conoscerne le interne implicazioni in termini di resistenza. Questo sarà il grande tema affrontato dalla meccanica galileiana (Galileo 1638), che si svilupperà nell'Ottocento attraverso la meccanica dei solidi e delle strutture (Benvenuto 1981; Benvenuto 1991).

Un «Trattato di meccanica»

Nell'edizione del 1787 —a spese di Remondini in Venezia— l'*Architettura di Jacopo Barozzi da Vignola ridotta a facile metodo per mezzo di osservazioni a profitto de' studenti* —terza edizione pubblicata in Bassano— si arricchisce di un'interessante *Trattato di meccanica*.

Come si legge nell'introduzione, il Vignola, «non contento dell'ammirabile profitto, che senza la viva voce de' maestri, della sola lettura d'Euclide e di Vitruvio avea riportato, col suo sublime ingegno ad investigare ed esaminare le antichità di Roma», si peritò di comporre il suo più rinomato testo della *Regola* (Vignola 1562), che tanta gloria ebbe nella trattatistica rinascimentale e nei secoli seguenti, com'è dimostrato dalle innumerevoli ristampe ed edizioni fino al secolo XX.

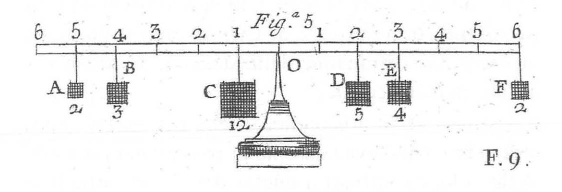


Figura 3
Baricentro di un sistema di pesi (Vignola 1797, tav. 8, fig. 5)

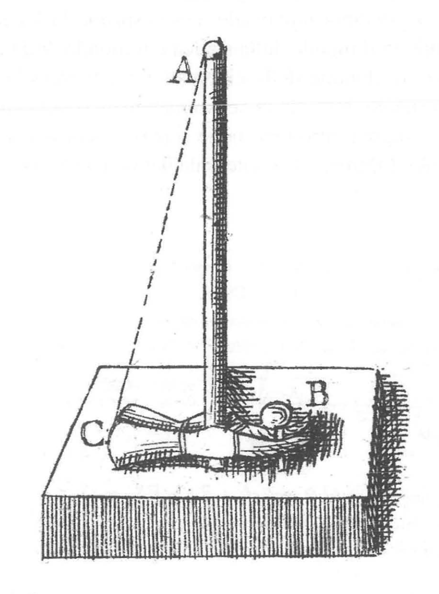


Figura 4
«martello» / leva (Vignola 1797, tav. 8, fig. 9)

Tuttavia —come dimostrano le molte edizioni che con «somma gloria dell'autore di tempo in tempo finora comparvero»— nell'edizione a cura del Remondini, con l'intento di rendere l'arte del costruire più «cara ed accetta» ai lettori, per sua professione e per diletto, lo stampatore —come egli stesso dice— ha «pensato in questa Edizione di premettere al testo del Vignola alcune nozioni atte ad appianare e render facile a' Giovani l'intelligenza», e quindi di aggiungere un trattato di meccanica in cui dimostrare come sia facile comprendere il moto dei corpi e quello dei gravi, ovvero i princìpi della meccanica attraverso le macchine semplici: il *Vette* (la leva), l'asse nel *peritrochio* (l'argano), la *troclea* (la carrucola), il *cuneo* e la *coclea* (la vite).

Il testo del Vignola è corredato di una delicata e «deliziosa» iconografia, ovvero la *gravitas ponderis arte levis*. In una forma concisa, ma nel contempo esaustiva per quello che si propone di esporre, in un pamphlet di sole venti pagine, l'Autore —per il quale la meccanica è una «scienza speculativopratica»— sviluppa i concetti fondamentali della meccanica. Tali concetti sono introdotti e chiariti con numerosi esempi, e fanno riferimento all'uso delle macchine semplici attraverso l'equilibrio delle forze e dei pesi, fondamento della statica, ovvero della scienza pregalileiana.

Gli «Istromenti della meccanica», la leva, l'argano, la carrucola, il cuneo, il piano inclinato, la vite, diventano degno complemento e contraltare scientifico all'architettura del Vignola, dove la regola assume un significato più profondo e una valenza scientifica, perché supportata e confermata da princìpi che ne sottendono la statica, e più in generale la meccanica.

Alcune considerazioni critiche sul «Trattato di Meccanica»

Nello spirito della *firmitas* vitruviana, il curatore del trattato di Architettura del Vignola (Remondini, Venezia, 1787) ritiene che l'aggiunta di un *Trattato di Meccanica* possa essere utile e istruttivo per i giovani che si avviano alla professione di architetto, per la cui formazione la meccanica —scienza speculativa, ma ricca di applicazioni pratiche in architettura— è strumento indispensabile. La «lotta del peso contro la gravità» evocata da Schopenhauer (Schopenhauer 1818), diventa il punto di partenza per dibattere i temi elementari della meccanica pre-galileiana, fondati sostanzialmente sulla statica del corpo rigido a vincoli unilaterali senza attrito. Il tema dell'equilibrio affrontato attraverso lo studio delle macchine semplici diventa a sua volta il filo conduttore che consente di comprendere il significato meccanico e l'uso delle stesse, «quantunque da molti ingegneri sieno state inventate molte sorta di macchine (che) tutte si riducono a questi cinque . . . Istromenti della Meccanica» (Vignola 1787, 43).

Di ciascuna macchina —a partire dalla leva aristotelica/archimedea— sono esposti puntualmente tutti i possibili usi e applicazioni, riconducendo sempre ciascun esempio al rapporto fra potenza e resistenza, ovvero fra forza agente e peso. La leva diventa altresì lo strumento per comprendere l'insieme degli altri oggetti meccanici appartenenti alla famiglia delle macchine semplici, ossia il piano inclinato —che definisce il problema dello scorrimento dei corpi e la decomposizione delle forze—, il problema della mensola, la definizione del baricentro di un sistema di masse —così come sarà meglio illustrato da Huygens nel suo *Horologium oscillatorium* (Huygens 1673)—, la bilancia e la stadera romana, la carrucola, il verricello, la taglia multipla di Archimede —che consente la demoltiplica del carico—, il cuneo e la vite.

È evidente che il poco spazio dedicato al testo rispetto al ricco apparato iconografico rende poco merito all'aspetto speculativo della disciplina; d'altro canto, nello spirito del Vignola, dove l'illustrazione diventa strumento e regola per la definizione dei canoni architettonici, l'immagine dell'oggetto meccanico e della sua applicazione —attraverso il disegno del suo comportamento statico e cinematico— diventa strumento indispensabile per comprendere i princìpi fondamentali della statica e dunque della meccanica. Alcuni esempi elementari —come quello del martello, «o altro istromento (utile) nel cavare i chiodi», che si rappresenta attraverso una leva— dimostrano vieppiù come sia possibile far comprendere in maniera semplice princìpi complessi di meccanica attraverso semplici illustrazioni didascaliche (fig. 4).

Ciascuna macchina attraverso la sua rappresentazione diventa strumento di comprensione del processo speculativo, che sta alla base della formulazione del principio meccanico; come la carrucola illustra chiaramente l'equilibrio fra il peso agente e l'azione resistente (ovvero tra potenza e resistenza), così essa mostra come sia possibile, per mezzo di una sempli-

ce fune, tradurre l'azione di un peso in quello di una forza agente in una direzione qualsiasi. È altresì evidente come la carrucola stessa si presti a far comprendere come sia possibile sollevar pesi «di vastità immensa» (Galileo 1638), con la semplice azione di una modesta potenza.

Questo breve saggio di meccanica —che oggi appare quasi ingenuo nella sua esplicazione— si colloca assai coerentemente nel trattato barozziano (fig. 3), dove l'«ordine» della colonna si può schematizzare in una semplice successione di elementi costruttivi, che ripetono ritmicamente la suddivisione di ciascuna funzione architettonica, tecnologica e strutturale: «pedestalo/colonna/ornamento» rispettivamente suddivisi in «zocolo/dado/cimasa», «base/fusto/capitello», «architrave/fregio/cornice». Questa tripartizione degli elementi architettonici, tecnologici e strutturali diventa il contraltare del sistema meccanico elementare della leva, dove la permutazione di «potenza/fulcro/resistenza» diventa strumento di interpretazione dei diversi tipi di leve ed è alla base della comprensione del principio dei lavori virtuali e dell'equilibrio statico delle forze e dei momenti, ovvero i fondamenti della statica e della meccanica.

Conclusioni

L'opera del Vignola, arricchita del *Trattato di Meccanica* (Vignola 1787), bene si colloca in quello spi-

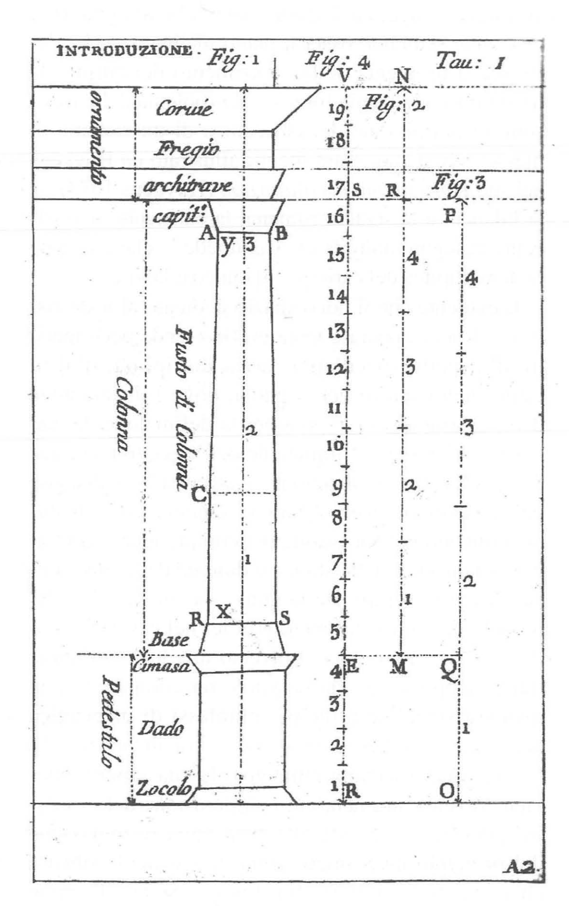


Figura 5
Vignola 1797, tav. 1

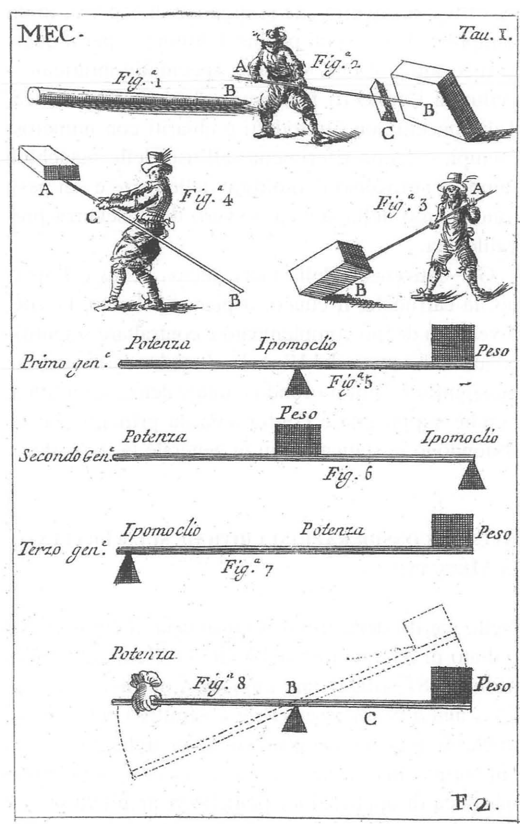


Figura 6
Vignola 1797, tav. 1

rito di divulgazione di concetti elementari, ma indispensabili per comprendere il complesso processo dell'Architettura, che nello spirito vitruviano non si ferma alla sola *venustas* e *utilitas*, ma contiene anche il concetto della *firmitas* che deve essere alla base del «buon costruire». In questo senso, l'«appendice» meccanica al testo di Vignola riflette la necessità di non rinchiudere il processo dell'architettura nella sola espressione formale regolata da canoni proporzionali, ma assume una valenza più vasta, per cui la meccanica ne è parte integrante e indispensabile. Seppur a partire dal Settecento la Meccanica e la Resistenza dei materiali si impongano come discipline necessarie all'arte del costruire, lo studio delle «macchine semplici» assume sempre quel carattere di fondamento necessario e irrinunciabile all'insieme dei saperi dell'architetto. In un'ottica barozziana, di semplificazione e razionalizzazione dei canoni architettonici, la scelta di semplici strumenti interpretativi del processo conoscitivo del comportamento meccanico diventa allora apparato necessario e indispensabile, degno complemento di un trattato di grande respiro culturale.

Lista di referenze

Benvenuto, Edoardo. 1981. *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico*. Firenze: Sansoni.

Benvenuto, Edoardo. 1991. *An Introduction to the History of Structural Mechanics*. New York: Springer.

Clagett, Marshall. 1981. *La scienza della meccanica nel medioevo*. Milano: Feltrinelli.

Corradi, Massimo. 2002. Meccanica e Ingegneria. En John L. Heilbron, Michael Hoskin, I. Grattan-Guinness, François Duchesneau (eds), *Storia della scienza*, vol. 6. L'età dei lumi: Parte 4: Matematica. Capitolo 37, 479–495. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana.

Corradi, Massimo. 2004. Tra «Philosophia naturalis» e

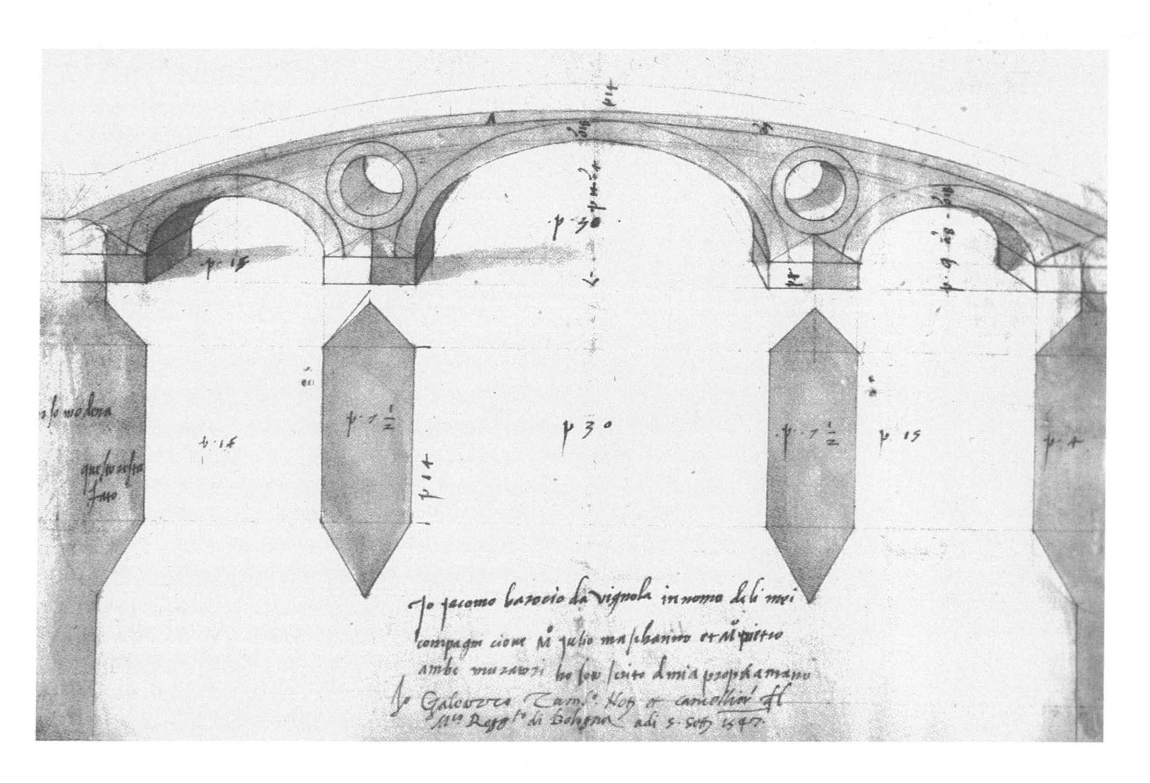


Figura 7
Ponte del Vignola

«Resistentia solidorum». *Bollettino Ingegneri della Toscana*, 10/2003: 3–16.

D'Alembert, Jean Le Rond. 1758. *Traité de dynamique, dans lequel les loix de l'équilibre & du mouvement des corps sont réduits au plus petit nombre possible & démonstrées d'une maniere nouvelle, & où l'on donne un principe général pour trouver le mouvement de plusieurs corps qui agissent les uns sur les autres d'une maniere quelconque. Par M. D'Alembert.* Paris: David Libraire.

Dugas, René. 1955. *Histoire de la Mecanique*. Neuchâtel: Ed. du Griffon.

Franceschinis Della Valle, Francesco Maria. 1808. *Delle Matematiche applicate*. Padova: N. Z. Bettoni.

Gallacini, Teofilo. 1767. *Trattato sopra gli errori degli architetti ora per la prima volta pubblicato*. Venezia: G. Pasquali.

Guido Ubaldo de' Marchesi del Monte. 1631. *Le Mechaniche dell'Illustriss. Sig. Guido Ubaldo De' Marchesi del Monte: tradotte in volgare dal Sig. Filippo Pigafetta.* Venezia: Francesco di Franceschi Sanese.

Huygens, Christiaan. 1673. *Horologium Oscillatorium. Sive de Motu Pendulorum ad Horologia aptato Demonstrationes Geometricae*. Paris: F. Muguet.

Napolitani, Pier Daniele. 2001. *Archimede*. Milano: Le Scienze.

Schopenhauer, Arthur. 1859. *Die Welt als Wille und Vorstellung*. Leipzig: Brockhaus.

Tuttle, Richard J., Adorni, Bruno, Frommel, Christoph Luitpold, Thoenes, Christof. 2002. *Jacopo Barozzi da Vignola*. Milano: Electa.

Vignola, Jacopo Barozzi da. 1787. *L'Architettura di Jacopo Barozzi da Vignola ridotta a facile metodo per mezzo di osservazioni a profitto de' studenti. Terza edizione aggiuntovi un Trattato di meccanica.* Bassano: Remondini.

Vignola, Jacopo Barozzi da. 1800. *L'Architettura di Jacopo Barozzi da Vignola ridotta a facile metodo per mezzo di osservazioni a profitto de' studenti . . . aggiuntovi un Trattato di meccanica.* Bassano: Remondini.

Vignola, Jacopo Barozzi da, 1562. *Regola delli cinque ordini d'Architettura*. Roma.

La técnica constructiva en la arquitectura bizantina. Dos ejemplos italianos: San Vitale de Rávena y la Católica de Stilo

Roberto Crescente
Carlos Alberto Cacciavillani

La arquitectura bizantina[1] se desarrolló en el espacio de tiempo comprendido entre los reinos de Constantino (306–337) y Justiniano (527–565) cuando las Iglesias de Oriente y Occidente aún no estaban separadas, ni todavía habían ejercido su influencia sobre formas arquitectónicas definidas y diferentes, màs bien padecían influencias latinas.[2] Con el traslado de la sede del imperio de Roma a Bisanzio, llamada también «nueva Roma» y que tomará desde ese momento con el nombre de Constantinopla por el emperador Constantino el Grande, se concreta el proceso de división del Imperio Romano, ya encaminado administrativamente en año 285 por Diocleciano (284–305) para facilitar el control del vasto territorio.[3] Teodosio dividió al morir (395) el imperio entre sus dos hijos, confiando a Honorio las prefecturas del Occidente, con capital Rávena en el año 404,[4] y a Arcadio las prefecturas del Oriente, con capital Constantinopla. Desde ese momento las dos partes del imperio romano siguen destinos diferentes: la parte occidental inicia una lenta decadencia hasta la sumisión de los invasores bárbaros en año 476, la parte oriental se consolida dando vida al imperio bizantino (395–1453) y a la civilización bizantina que sucumbe sólo en año 1453 con la invasión de Constantinopla por los turcos. La organización del Imperio de Oriente toma por base las reformas que en la constitución y administración del Imperio Romano impusieron Diocleciano y Constantino y que se mantuvieron por mucho tiempo con algunas variaciones administrativas y legales dictadas por Justiniano.

Elementos constructivos

Las cimentaciones de los edificios bizantinos estan realizadas a una profundidad que varía de 1,50 a 2,00 m del nivel de tierra, los arquitectos sabían que mientras más profundas eran las cimentaciones de un edificio, mayor era su adherencia al terreno y por tanto más seguro el edificio mismo en caso de terremoto. Los muros de las cimentaciones, realizados de piedras y ladrillos con espesor de 25 cm, se elevan sobre una plataforma artificial que nivela el terreno irregular y está realizada con argamasa y ladrillos rotos sobre el fondo de la excavación. Además de las cimentaciones de los muros estructurales los bizantinos hacían dos muros de fundación transversales, que servían de base a las columnas libres o a las superiores. Sobre cada muro de cimentacion se apoyaban dos vigas paralelas de madera, revestidas de argamasa de cal de buena calidad, que en el encuentro se fijaban con clavos de hierro, formando una parrilla que servía para hacer más rígida y estable la cimentacion misma. En los espacios residuos generalmente se comprimían piedras toscas sin argamasa, donde podía circular el aire, y hacían de barrera al vapor debajo del suelo de mármol (figs. 1 y 2).

En el ámbito de esta tecnología romana el ladrillo asume una importancia y una dignidad desconocidas en occidente, convirtiéndose en el elemento más importante de la construcción bizantina; del punto de vista estructural la arquitectura bizantina atribuyó al ladrillo un papel de mayor importancía que en prece-

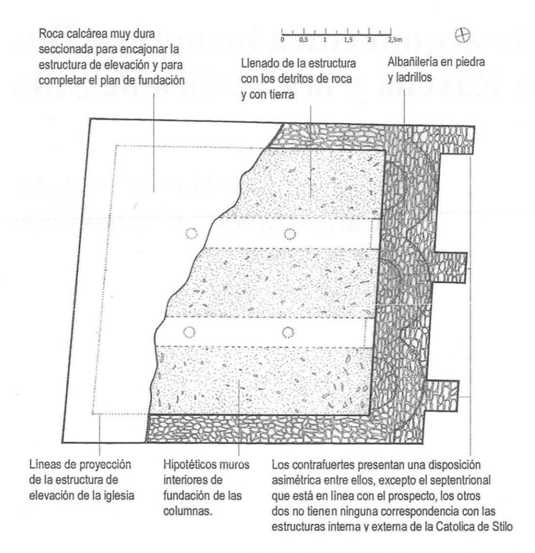


Figura 1
Stilo, Católica, planta de las fundaciones

dencia, porque era un material de poco peso y extremadamente adaptable.

El ladrillo se usaba no sólo para las construcciones de los muros, sino también para construir arcos, bóvedas, cúpolas, y revestir las fachadas de los edificios. Las dimensiones de base de los ladrillos no son las mismas en las diferentes localidades del imperio, en Constantinopla se fabricaban ladrillos cuadrados de 35 a 38 cm de lado y con un espesor de 4 a 6 cm, es decir un poco más grande que los normales ladrillos romanos, en Rávena fueron rectangulares de 48 cm de largo, con un espesor de 4 cm; tenían la superficie plana lisa y los ladrillos colocados de testa y a sardinel tenían las superficies asperas para tener una mayor adherencia con la argamasa y obtener una mayor resistencia. Generalmente el ladrillo usado en las paredes de edificios civiles tiene dimensiones diferentes de aquellas de casas parroquiales y eso es debido al hecho que a menudo son usados ladrillos de recolocación, fragmentados y partidos, más económicos que los ladrillos nuevos que exigían una cocción más esmerada, extraídos de edificios romanos caídos en desuso y que se convertían en canteras de materiales de construcción.

Una producción continuada de ladrillos se registra a partir del siglo XII, con un módulo de base, tardo bizantino, que tiene una nueva forma correspondiente a una parte del *sesquipedale* romano, conseguida trazando una línea paralela a los lados cortos a un tercio del lado largo, y cuya medida es de 28 ó 29 por 12 ó 13, por 4 ó 5 cm, ideal por su medida y peso para poder ser levantado con una sola mano. Los ladrillos eran producidos según una antigua técnica heredada de los romanos: la arcilla extraída se colocaba en fosas poco profundas mezclada con agua y trabajada con picos o pies, después de una semana el barro mezclado con paja y cal era puesto en moldes de madera sin fondo, apoyados sobre una superficie y dejados a secar, cuando los ladrillos estaban secos se cocían dentro de hornos construídos en fosa a 800° de temperatura (figs. 3 y 4).

A pesar del predominante empleo del ladrillo como material constructivo, en algunas regiones del imperio bizantino continuaba usándose la piedra como material de construcción: el empleo del ladrillo prevalece en Constantinopla, en Tesalónica, en Macedonia, en Asia Menor, mientras que la piedra es usada en Grecia continental y en Siria.

La selección entre los dos materiales de construcción dependía de la posibilidad de hallarlos fácilmente, por economía de la construcción se usaba la piedra cuando se encontraba al alcance, y el ladrillo en todo los demás lugares en particular en los núcleos urbanos.



Figura 2
Stilo, Católica, prospecto Este

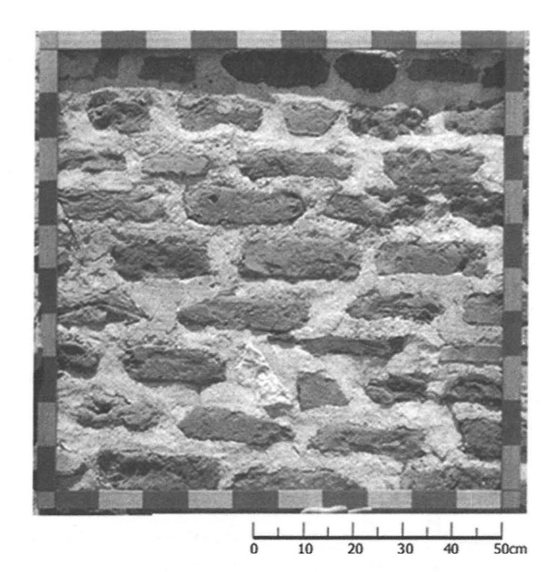


Figura 3
Stilo, Católica, análisis de la albañilería externa

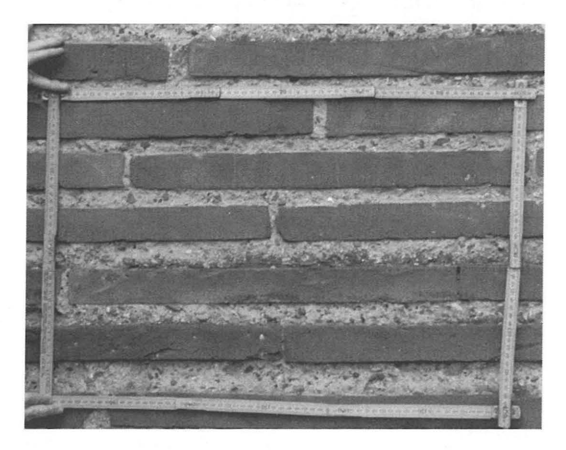


Figura 4
Rávena, San Vitale, análisis de la albañilería externa

La piedra tosca es partida en varias dimensiones y luego cementada, sólo raramente se usa piedra cortada en forma regular, generalmente se trata de piedras calcáreas irregularmente cortadas, usadas para muros pero también para jambas de las puertas externas e internas, y para la decoración de los edificios (figs. 5 y 6).

El mortero bizantino, dicho en Italia *calcina*, es un mortero aéreo, constituído por agua, cal y arena, unidas ordinariamente con material inerte, generalmente constituido por pedazos de tejas picadas y fragmentos de ladrillos, con un espesor de 15 mm en cantidades muy abundantes que le otorgan un particular color rojizo usado para dar efectos decorativos a las construcciones de prestigio. Los componentes del mortero varían en función de la diferencia geográfica y ofrecen una gran variedad en la composición de las

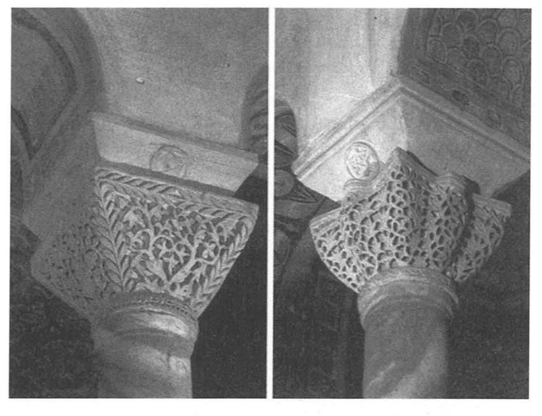


Figura 5
Rávena, San Vitale, capiteles y almohadillas cúbicos y a cesto o a canasta



Figura 6
Stilo, Católica, material de recuperación, en las bíforas de la cúpula central se pueden observar los materiales de recuperación utilizados

argamasas: fragmentos pequeños de piedras, mineral en polvo, incluyendo pequeños trozos de carbón vegetal. El origen del mortero es romano, las corporaciones romanas de ladrilleros desplazadas en todo el imperio fundirán la cultura romana con las tradiciones locales. Se usaron generalmente cales obtenidas por la cocción de los mármoles o areniscas, con menos de tres años de extinción. La cal se hacía endurecer en grandes fosos de extrusión, cuando tenía que ser usada se unía agua lo suficiente para reducirla en polvo, con esto se hacían capas de 4 a 5 cm sobre superficies de arena o de tejas apiladas, todo ello se cocinaba para tener una mezcla homogénea.

El mortero bizantino es por composición y calidad inferior con respecto al romano, no tiene propiedades hidráulicas porque no es empleada la puzolana, derivada de tobas volcánicas alteradas, por consiguiente se pierde la utilísima propiedad de retener el agua de amasijo también al contacto con materiales higroscopicos como los ladrillos y se consigue así la pérdida de alta resistencia a compresión en las albañilerías bizantinas.

El mortero de cal también es usado para enlucir las superficies externas de las albañilerías en las islas y en las costas, más expuestas a los vientos y a la humedad marina, con colores vivaces, rojo, rojo obscuro, amarillo y celeste para las iglesias de Grecia y blanco para las cúpulas de los edificios de las islas.

El elemento caracteristico de la albañilería bizantina es el alto espesor de la junta entre las hileras de piedra y ladrillos. Mientras en los edificios romanos en el período imperial la capa de la junta de mortero es de 3 a 4 cm, era más sutil que los ladrillos de 4 a 6 cm, en aquellos bizantinos ocurre lo contrario, con el paso de la junta-ladrillo, hasta tener un espesor de 5 a 7 cm. El mortero de cal representa por lo tanto los dos tercios del volumen total. La interpretación corriente explica este espesor en términos económicos, la mayor altura de la junta permitía, en efecto, el empleo de un menor número de ladrillos y por lo tanto se conseguía una contracción de los costos.

En realidad existen otras explicaciones de naturaleza técnica y estructural que llevaron al aumento de la relación media junta-ladrillo de 1:1 en el siglo IV a 3:2 en el siglo VI. El elemento de unión para conservar su fuerza tiene que contener permanentemente una cantidad significativa de agua, el ladrillo áspero y poroso absorbe una gran cantidad agua, por consiguiente mayor es la capa de argamasa, mayor es la cantidad restante no absorbida por el ladrillo. Además, una junta de mortero demasiado sutil se habría podido secar sin haberse fraguado, o habría podido crear un paramento demasiado rígido, que mal se adaptaba al cedimiento bajo carga, y a la contracción volumétrica del núcleo de mortero interior, consiguiente al endurecimiento del elemento de unión.

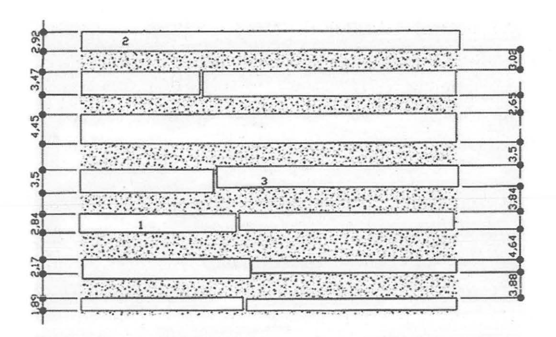


Figura 7
Rávena, San Vitale, particular de la textura mural

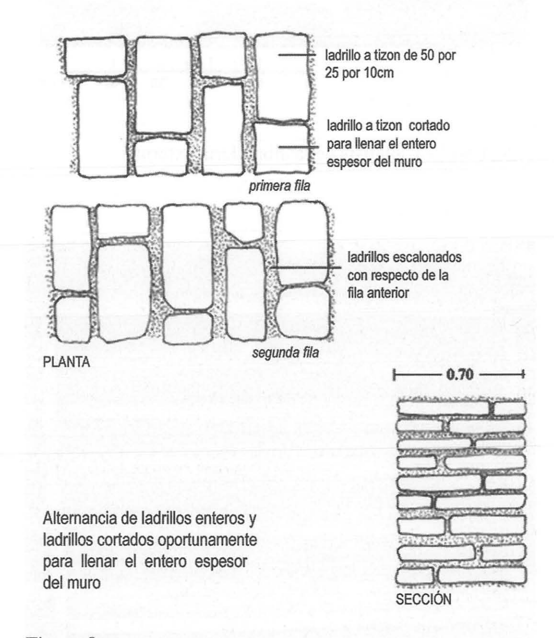


Figura 8
Stilo, Católica, particular de la textura mural

El aumento de espesor de la junta aunque otorga una mayor plasticidad al muro, va en detrimento de su resistencia mecánica con efectos deletéreos sobre la cortina de ladrillos, se adoptaron entonces algunos recursos:

- poner los inertes de mayores dimensiones en la mezcla que también alcanzan la altura de la junta misma, en San Vitale se ven fragmentos de alabastro hasta de 3 cm, que resisten al aplastamiento también en ausencia de una perfecta cohesión entre las partes, estos pero no garantizando un sellado adecuado permiten la erosión de los agentes atmosféricos y facilitan el crecimiento de vegetales;
- aumentar la cantidad de mortero de cal en la albañilería, multiplicando el número de juntas entre los inertes informes a vista que hacen de subrogado a los ladrillos, y dan un mayor efecto decorativo.

Contrariamente a la tradición romana, el exterior de las iglesias bizantinas se inspira en criterios de absoluta austeridad, fueron raros los revoques y mármoles.

La mayor diferencia de la albañilería romana está en la diferente concepción estructural de la cortina laterizia, mientras en el muro romano tiene un papel secundario de caja; el conglomerado del mortero de cal hidráulica y el inerte del núcleo tienen una función estructural primaria. En la pared denominada *a sacco* el núcleo interno de pedrisco y cal viva no forma una masa homogénea y apretada, los trestos de 15 a 20 cm de espesor son echados en la mezcla en un desorden absoluto, fundamental entonces es el revestimiento externo de piedra y ladrillos, sin el cual el muro tiende a disgregarse, ésto explica la importancia de las hileras de ladrillos colocado a tizón, que concadenan las dos paredes y balancean la escasa cohesión interna.

El método normal de construir un muro consistió en levantar en primer lugar las caras externas, formadas de elementos de piedra escuadradas de forma más larga que ancha, dispuestas en hileras horizontales. El espacio intermedio era llenado por pequeñas piedras con una gran cantidad de mortero. Cuando la construcción alcanzaba la altura variable entre 1,5 y 3 m se colocaba una faja compacta de ladrillos, generalmente 5 hileras, unos 40 cm a lo largo de toda la pared. Los ladrillos recogen las fuerzas heterogéneas de la albañilería superior y las descargan verticalmente, aumentando la resistencia del muro en las acciones horizontales. Luego el proceso se repetía, por módulos consecutivos de 5 hileras de ladrillos y 5 hileras de piedras. Después de cada módulo se colocaba en la capa de mortero la estructura de los andamios de la construción del muro. Cuando se terminaba el trabajo se retiraban los andamios y los huecos se llenaban con mortero. En cada hilera de ladrillos se colocaban piedras de punta, que llegaban al núcleo interno, dando mayor rigidez a la pared. Por este objetivo también fueron empleados largos tubos *fittili* o los ladrillos en una, dos o tres hileras en el muro *cloisonnè*.

Las paredes bizantinas se distinguen de la arquitectura occidental por una particularidad cuyo origen se remonta a las más antiguas paredes micénicas: el empleo de viguetas, losas de recuperación o transversales de madera incorporados dentro de las paredes, éstos cementados con mortero y pedrisco asumen una valencia constructiva en el reparto de las cargas sobre los muros inferiores (fig.9 y 10).

Las características de la albañilería responde tanto a la diversidad de los materiales empleados, variables de región a región, como a las tradiciones locales. La típica albañilería bizantina es mixta: de piedra

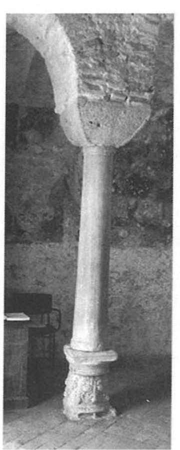
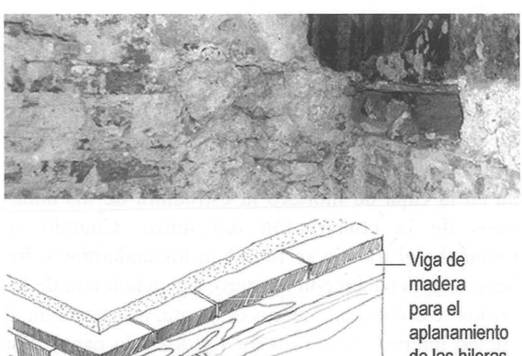




Figura 9
Stilo, Católica, columna procedente de las ruinas del antiguo Stilida



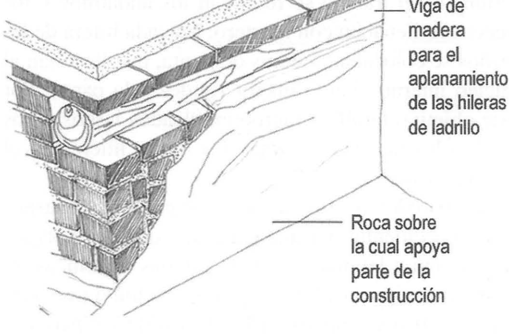


Figura 10
Stilo, Católica, particular de la albañilería

y ladrillos, generalmente tres hileras de piedra y cinco de ladrillos, de variada calidad y color, empleada en Constantinopla, en la costa de Asia Menor, y en los Balcanes, en las zonas montañosas o pedregosas como Siria, Palestina, Grecia y Armenia, se usan las piedras escuadradas, a veces alternada con hileras de ladrillos, luego esta técnica se desarrollada y cada superficie de piedra era enmarcada por sutiles elementos en ladrillo, el *cloisonnage deuterobizantino*, que también desarrolla una útil función de reparto de las cargas y mayor cohesión entre paramento y llenado, los bizantinos entendieron que para evitar contracciones diferentes entre estas dos partes del muro tenían que dar al volumen una igual cantidad de mortero; cuando no se usaban piedras de corte se empleaban simples guijarros que se intercalaban también con tres hileras de ladrillos, de este modo redujeron el riesgo de hundimientos por falta de cohesión de los componentes.

En ciertos períodos y en las zonas arcillosas como en Constantinopla y en el Exarcado de Rávena, se construyen exclusivamente muros de ladrillos, en posiciones horizontales, sin fines decorativos, sólo a partir del siglo XI los bizantinos comenzaron a crear elegantísimos motivos ornamentales con complejos juegos de ladrillos, puestos en diagonal, a diente de sierra, a zig-zag o a espina de pez, y a veces con pequeñas partes de cerámica pintada, como en Athos, logrando así el máximo efecto posible. En la época de Justiniano encontramos un tipo característico de técnica: la parte más baja del muro, hasta la imposta de los arcos, es de piedra y la parte superior de ladrillos, interrumpidos por hileras de bloques lapídeos con intervalos de cerca de 1,80 m. Desde el siglo XI también se afirma la tipología de las hileras alternadamente escondidas, en las cuales a cada hilera a la vista en ladrillos correspondía una hilera hundida y cubierta por el mortero de modo que dilatara significativamente el espesor de la junta aparentemente desproporcionada, la junta es igual al espesor del ladrillo ocultado más dos veces aquel de la junta efectiva de mortero.

Elemento léxical destinado a representar la típica albañilería de ladrillos a vista es el retroceso progresivo de los planos a través del empleo de arcos degradantes, con los ladrillos dispuestos a sardinel y testa, en posición horizontal y en vertical, sobre planos distintos.

La obra de construcción Bizantina

En el período bizantino hubo dos tipos de arquitectos: el *mechanikos* o *mechanopoios* que fue el más importante y el *farchitekton*. El primero tenía amplio conocimiento de matemática, (geometría, aritmética, astronomía y física) y una buena formación práctica (arte del cincel, de la técnica mural, de la carpintería, de la pintura y del empleo manual de estas profesiones). Respecto al segundo tenía una posición social elevada y aplicaba tarifas mayores. El *farchitekton* trabajaba como instructor profesional y recibía remuneraciones modestas, equiparado también a nivel de los artesanos que suplieron de maestros constructores o capataces, y fueron muy populares en el mundo bizantino. También los maestros de obras y los topógrafos fueron tenidos en buena consideración al igual que los arquitectos y los ingenieros. Por debajo de los capataces existían los artesanos especializados, que pertenecían a la clase plebeya y percibían por esto remuneraciones bajas. Además pertenecieron a esta clase los artesanos de la piedra, los constructores de ladrillos y tejas, los enlucidores, los herreros, los

carpinteros, los pintores, los mosaiquistas y los albañiles. Todos estos artesanos pertenecían a los *collegia*, corporaciones obreras hereditarias organizadas para el control de los trabajos ediles y sometidas al control de los Prefectos. Generalmente cada figura profesional recibía un sueldo diario proporcionado a la categoría de pertenencia y en algunos casos también la comida. A los trabajos de edificación contribuían gratuitamente los habitantes del lugar. En las intervenciones de propaganda imperial se empleaba mano de obra especializada, seleccionada en todo el imperio y collocada según las necesidades constructivas de las obras. Del estudio del material epigráfico resulta que los obispos y los emperadores eran los más importantes patrones de las artes, erigían las iglesias con sus proprios recursos o con el dinero de las diócesis, o persuadiendo por ello a los fieles más ricos.

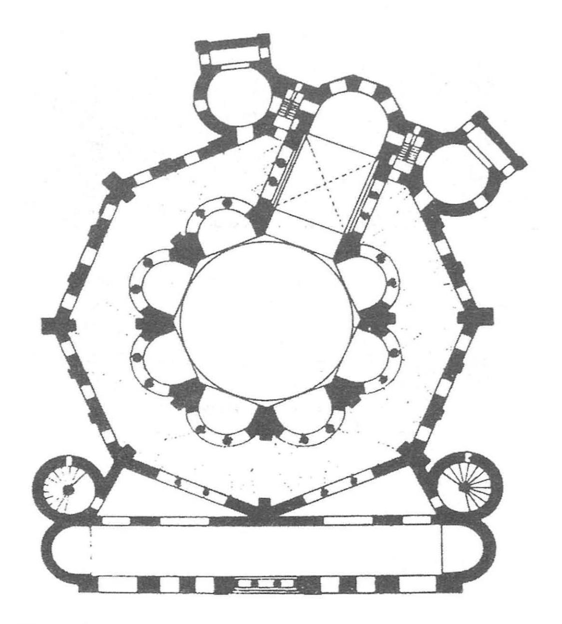


Figura 11
Rávena, San Vitale, planta

San Vitale de Rávena y la Católica de Stilo

Dos ejemplos italianos que bien denoten la técnica bizantina son San Vitale en la ciudad de Rávena en Emilia Romagna y la Católica en la ciudad de Stilo en Calabria.

San Vitale fue iniciado por el obispo Ecclesio en el año 525 d.C., de regreso de una misión en Constantinopla siguiendo al Papa Giovanni I; la construcción fue consagrada en el año 547 d.C. La forma de la planta es un octágono cuyo interior es de 16,85 m, inscrito en un octágono externo de 35 m; el abside ha sido concebido hábilmente de modo que se abre directamente sobre un lado del octágono mientras las otras siete arcadas presentan columnas puestas en semicírculo, sobre el cual se encuentra programado el matroneo según la costumbre de las iglesias orientales. El nártex de la entrada no está puesto en eje con el presbiterio. La cúpula mide 16,5 m de diámetro y 28 m de altura y está construida con el método de los tubos huecos de arcilla (fig. 11) la misma está protegida externamente por una cobertura a pabellón en forma piramidal con base octagonal. El empalme entre la planta octagonal y la cúpula de forma circular se resuelve con trompas. El edificio está construido de ladrillos rojos largos y sutiles, dichos *giulianei*, usados en Rávena sólo por Juliano Argentario y miden 48 × 4 cm; la albañilería es a costal con ladrillos dispuestos de cabeza en forma horizontal alternados con espesas juntas de 4 cm de mortero de cal aérea rojiza, a causa de la presencia del ladrillo molido.

En nuestro relevamiento hemos encontrado las siguientes medidas: en la cortina interna los ladrillos miden de 32 a 48 × 4 cm de argamasa, mientras al exterior miden 50 × 4cm y 4,5 cm de argamasa. Al

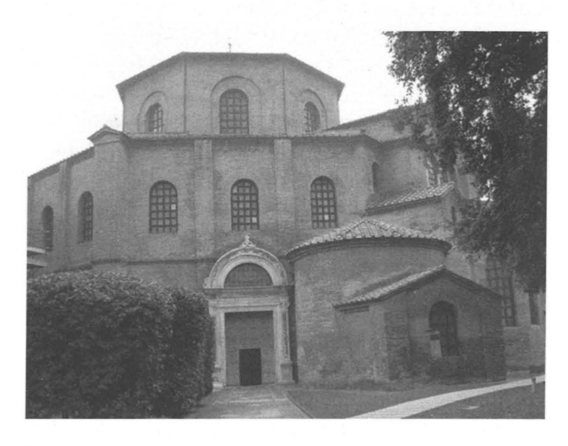


Figura 12
Rávena, San Vitale, prospecto

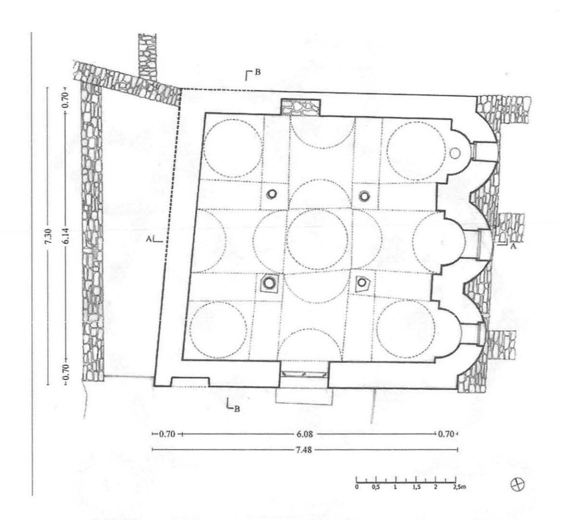


Figura 13
Stilo, Católica, planta

interior las columnas son de mármol, con capiteles y almohadilla cúbicos o a canasta; los pilares y las paredes interiores de la iglesia estan revestidas de mármol, hasta la altura de los capiteles de las columnas inferiores; estas losas de mármol estan puestas a espejo de modo que las vetas se encuentran en el centro creando motivos en forma de cuadriláteros.



Figura 14
Stilo, Católica, prospecto

Una reciente investigación, efectuada por el arqueólogo F. Cuteri, por el prof. D. Franco, por el arquitecto. G. Metastasio ha localizado sobre el territorio de Stilo algunos sitios de civilización rupestre; en particular, dieciséis grutas localizadas en la masa calcárea del monte Consolino, en línea con la Católica, referidos al llamado *laureto de Stilo* y a las migraciones monásticas de los siglos VII y VIII. En Calabria, fueron tres las oleadas de estas migraciones:

- Siglos VII y VIII: primera migración de monjes siro-mechitas, procedentes de Siria, Palestina, Egipto, perseguidos por los árabes, fueron promovedores de un monaquismo anacorético;
- Siglos VIII y IX: segunda migración en consecuencia de la persecución iconoclasta;
- Siglos del IX al XI: tercera migración caracterizada por un notable aflujo de iconos orientales; grupos de monjes que dejaron Sicilia invadida por los árabes y que se localizaron más a Norte, respecto al primero que se dirigió hacia Reggio Calabria, el Aspromonte y la ladera jónica meridional.

Después de un primer período de misticismo absoluto fueron constituyendo en cada parte de Calabria núcleos propulsores de actividad monástica (cenobios). Junto a ellos surgieron iglesias de molde oriental. En Calabria, el ejemplo más completo y sugestivo es la Católica de Stilo. Aparece engastada en las faldas del monte Consolino, adosada a la pared rocosa.[5]

Acerca de la datación de la iglesia, el abanico de hipótesis avanzado por varios estudiosos es muy amplio, se lo extiende del siglo IX al XIV. Las argumentaciones que desplazan hacia adelante la datación contrastan con el hecho que el monaquismo basiliano se encaminaba al final.

- antes del siglo X, según Consulo;
- durante el siglo X, según Squillace, De Angelis, D'Ossat y Russo, que establecen esta fecha confrontándola con la pequeña iglesia bizantina de Sottera;
- durante la segunda mitad del siglo X, según Di Dario Guida en base a la fecha de la primera capa de frescos;
- entre el siglo X y el siglo XI, según Orsi y Diehl;

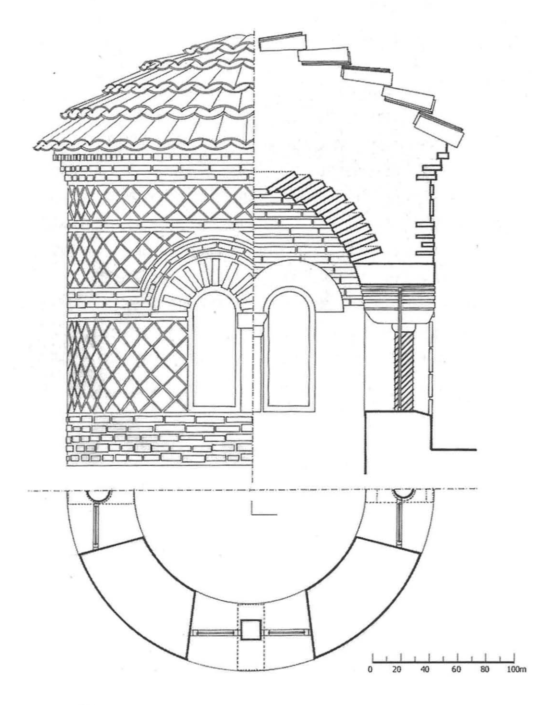


Figura 15
Stilo, Católica, particular de la cúpula central

- entre el siglo XI y los primeros años del siglo XII, según Freshfield, Krautheimer, Bozzoni y Taverniti, cuando este territorio estuvo bajo el dominio de Bizancio;
- entre los siglos XII y XIII, según Minuto y Orlandos, comparándola con las construcciones de cinco cúpulas del Peloponneso.[6]

Controvertido también es el problema del destino originario y las funciones en ella desarrolladas.

- iglesia madre de Stilo, de donde katholicon, según Bertoux,
- iglesia eremítica, oficiada por un único basiliano, que vivió aquí en oración, según Orsi. Tesi denegada por algunos estudiosos en consideración de la mole arquitectónica, la riqueza de los frescos en contraste con la pobreza de una iglesia eremítica;
- iglesia parroquial, según Capialbi;
- iglesia de un monasterio en gruta, activo en las vecindades, conexa con una serie de loas basilianas, según Venditti.

Vistas en un arco de tiempo más amplio podrían ser válidas todas las hipótesis.[7]

La planta es de forma cuadrada cubierta con cinco cúpulas sobre tambores cilíndricos, de las cuales la central, más alta, está sostenida por cuatro columnas. La unidad de medida es el pie bizantino; los lados internos del cuadrado de la planta miden de 6,08 m a 6,14 m; en cambio la parte externa mide 7,56 m la iglesia posee tres ábsides ubicados sobre el lado oriental.

Las cimentaciones de la Católica de Stilo está construida en buena parte sobre la desnuda roca, mientras, la parte oriental está sostenida por un muro construido en piedra y ladrillo, reforzados por tres contrafuertes. El empleo de la piedra natural hace de mediación entre la estructura de ladrillo del edificio y la roca de la montaña, de la que retoma la trama y el color, pero de la que se distingue por la geométrica conformación artificial. Los contrafuertes, que sostienen los ábsides, no están puestos en correspondencia con los muros perimetrales y tampoco en los puntos de descarga de las bóveda, o en relación con el módulo de los ábsides; además el intereje de ellos no es igual. Tal anomalía es justificada por la existencia, quizás, de una anterior construcción cristiana de la cual la Católica habría ocupado el sitio.

El edificio, construído por grandes ladrillos irregulares, el uso del ladrillo en Stilo, hace pensar en nexos con Grecia. Los muros perimetrales tienen un espesor medio de 70 cm, no *a sacco*, y los ladrillos que los componen, alcanzan a medir 50 × 25 × 10 cm, están puestos de cabeza, en hileras regulares, unidas por morteros. De las cuatro columnas centrales, tres son de mármol y una de piedra y los capiteles, de tipo paleo-bizantino, tienen la forma de pirámide trunca con perfil hinchado y nervaduras en relieve.

Por cuánto concierne las técnicas constructivas adoptadas para la construcción de la Católica y el empleo de los materiales, resulta que ellos padecen influencias autóctonas claramente diferentes, con respecto de las de Rávena. En Stilo y en Rávena aunque si el material principal utilizado en la construcción es el ladrillo son bien diferentes ya sea por la forma y por las dimensiones.

NOTAS

1. El término «bizantino» se refiere al estilo que tuvo su origen en Bisanzio y, generalmente, en el Imperio Romano de Oriente, después que Constantino trasladó allí la capital del Imperio Romano en año 330 d.C.
2. «A la división política entre oriente y occidente también sigue la escisión de la Iglesia, dividida por el movimiento iconoclasta que culmina con el Cisma de 1054. Temiendo que el culto excesivo de las imágenes animara la idolatría, el emperador León III prohibió cualquiera representación de formas humanas o animal, a causa de esta lucha iconoclasta la arquitectura de las iglesias orientales se cristaliza en el tiempo y se encuentran figuras pintadas pero no estatuas como todavía hoy en las iglesias griegas ortodoxas, mientras que la arquitectura de las iglesias occidentales cambia en la Edad Media para conformarse con las exigencias de los rituales en la Europa occidental». Fletcher, B. 1927. *Storia dell'architettura secondo il metodo comparato,* 292. Milano.
3. «Constantino retomó la tentativa iniciada por Diocleciano de proveer a una adecuada forma de gobierno civil y protección militar para el vasto imperio, pero mientras Diocleciano queda en occidente e instituye otras tres sedes de gobierno además de Roma, Constantino lleva la capital de Roma a Bisanzio reconociendo a su posición central en el imperio un mayor valor político». (Fletcher 1927, 295).
4. «Cómo capital del imperio romano de occidente Ravena tuvo una notable floración en campo arquitectónico que contínua cuando en el 438 se convierte en sede arzobispal y cuando desde el 584 al 752 fue sede del Exarcado». (Fletcher 1927).
5. (Fletcher 1927, 20).
6. (Fletcher 1927, 37–41).
7. (Fletcher 1927, 42–45).

El rol femenino en la construcción medieval. La iglesia de San Félix de Girona

Beatriu Cuenca Prat
Miquel Àngel Chamorro Trenado

Antes de entrar a tratar el rol de la mujer en la construcción de la colegiata de San Félix de Girona, comentaremos de forma muy breve la cronología de la construcción de este templo (fig. 1).

Nos encontramos ante una iglesia de la cual se aprovecharon las estructuras románicas preexistentes. Este templo románico fue parcialmente destruido el año 1285 tras el sitio del rey francés Felipe el Atrevido. A principios del siglo XIV se opto por rehacer el edificio. Según el «Liber Capituli» a partir del 1309 se trabaja en la construcción de la iglesia ya que, aunque los préstamos obtenidos para la Obra son del sepulcro de San Narciso, este no se realizó hasta finales del primer tercio del siglo XIV. Lo que si queda claro, siguiendo la misma fuente, es que el año 1315 y 1321 se ejecutaban obras en el ábside.[1]

A partir del año 1348 y hasta el año 1391, los libros de obra conservados de la iglesia (sobretodo los de gastos), aportan una información exhaustiva sobre la cronología constructiva de este edificio. En primer lugar tendríamos que destacar la construcción de la capilla de Vendrell o del Santo Sepulcro durante el año 1349. Se ejecutó rápidamente debido a las dimensiones del espacio y por la estabilidad que encontramos en Girona y en Cataluña después de la terrible Peste Negra. La segunda gran construcción que se realiza en la iglesia de San Félix de Girona será el claustro gótico —existía uno románico—g construido entre el mes de mayo de 1357 y finales del 1360 ya que en el mes de junio de 1361 se esta realizando la puerta de acceso de la iglesia al claustro. Este espacio fue desmontado el año 1374 por el peligro que suponía para la iglesia y para la ciudad ante la entrada de tropas procedentes de los reinos francos. El año 1368 se inicio la ejecución del campanario gótico, obra de Pere de Comes, acabado a finales del siglo XVI.

Durante la realización de todas estas obras, la iglesia de San Félix hubo de ser fortificada en innumerables ocasiones.[2] Este hecho hizo que la construcción del templo fuese muy lenta y se dilatara en el tiempo ya que gran cantidad del dinero destinado a su construcción tuvo que invertirse en obras de fortificación de la misma. La iglesia no fue finalizada, en la longitud que conserva actualmente, hasta finales del siglo XV i la fachada fue terminada a principios del siglo XVII. En el siglo XVIII fue añadida la capilla barroca dedicada a San Narciso.

La mano de obra

En la construcción de la iglesia de San Félix de Girona intervinieron muchas personas anónimas que con su esfuerzo hicieron posible la construcción del templo. Los libros de obra del siglo XIV sacaran del anonimato a estos trabajadores poniendo de manifiesto su importancia para llevar a buen puerto la construcción de este templo. Los personajes que no han quedado en el anonimato son los maestros de obra. Durante el largo período estudiado, con algunas lagunas por la desaparición de algunos libros de obra, hemos documentado a dos maestros trabajando

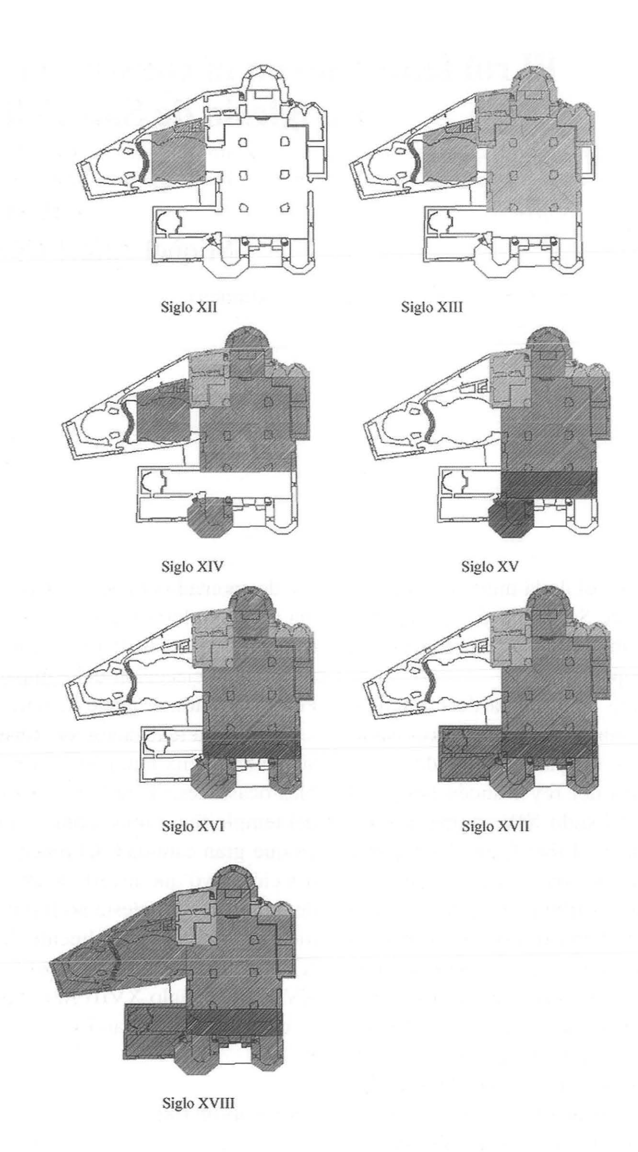


Figura 1
Plantas de la evolución constructiva de la iglesia de San Félix de Girona en el siglo XIV (Giró, Martín, Rodríguez 2004).

en la iglesia de San Félix de Girona: Pere de Capmagre i Pere de Comes. Curiosamente los dos fueron también maestros de la Catedral de Girona. Aparecen otros trabajadores, que algunos estudiosos han catalogado como maestros de obra, que no son más que maestros canteros. Como ejemplo tenemos a Arnau Sans i Pere Ramó entre otros.

Es difícil adivinar a través de los libros de obra de la iglesia de San Félix la duración de la jornada laboral de los trabajadores asalariados. Lo que si queda claro en estos libros son las ausencias semanales.[3] También aparecen las ausencias diarias como por ejemplo: «. . . Bernardo de Casademont fuster per I die que loy fo mas nol feu complet . . .» (ADG. Obra,

1351 (gastos), f.3). Como vemos no queda claro cuantas horas trabaja y cuantas se ausenta. A pesar de la falta de datos aportados por los documentos consultados nos puede servir de referencia la hipótesis de Domenge sobre la jornada laboral en la catedral de Mallorca de alrededor de 12 horas diarias.[4] Esta hipótesis es verosímil ya que se trabajaba de sol a sol aprovechando la luz natural.

Lo que si queda claro en los libros de obra son la gran cantidad de festividades que aparecían en un año. Encontramos como festividades móviles: el Día de Ramos; el viernes i el domingo de Pascua i el día de Corpus Cristi. Como festividades fijas tenemos: el día 25 d'abril, San Martín; el día 24 de junio, San Juan; el día 22 de julio, festividad de Santa Maria Magdalena; el día 25 de julio, San Jaime; el día 15 de agosto, Santa Maria; el día 24 de agosto, San Bartolomé; el día 8 de septiembre, Santa Maria; el día 14 de septiembre, La Santa Cruz; San Martín i Santa Tecla la semana del 23 de septiembre y el día 1 de noviembre, festividad de todos los Santos.[5] En períodos de peligro para la iglesia y, en consecuencia para la ciudad, los trabajadores de la iglesia de San Félix trabajaban en días festivos para finalizar las obras de fortificación.[6]

Muchas de las ausencias se debían a causas climatológicas o de fuerza mayor. Lo más habitual era que no trabajaran porque llovia: «Item solvi XXIII die aprilis uespero dominice in allis P. de Mata per III diebus per quos fuit in opere portali septimane proxime hicte per quos fuit in portali deductis horis falliris per pluiya . . . IX s.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f. XLIII) y «Item en Gaylart que y fo VI dies salvant de una vesprada per pluia . . . XI s. VI d.» (ADG. Obra, 1365–1370 (gastos), f.XVIIIv). Otras ausencias que recogen los libros de obra son debidas a enfermedad o muerte d'algun familiar: "Item an Basses pro IIII diebus tamtum quos perdidit uxorem . . . IX s. IIII d». (ADG. Obra, 1365–1370 (gastos), f. III). Estas ausencias, evidentemente, repercutían en el salario de los operarios fuesen maestros, canteros, peones, mujeres o carpinteros.[7]

En muchos registros contables de gastos se especifica el tiempo que se ausenta el trabajador: «Item en P. Vals per I die de terciament . . . II s.», «Item an Bertolin Riembau ab l.ase per I die e II parts d.altre die a IIII sous per die . . . V s. VI (d.)» y «Item an Nicolau Lobet per III dies e II parts de die ab l.ase a III sous VI (d.) per die . . . XII s. VIII (d.)» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXVIII). En el primer caso el trabajador se ausenta la tercera parte de un día, mientras que en los otros dos el trabajador trabajará la mitad de un día (dos partes). Los trabajadores siempre cobraran un poco más de lo que les correspondería por la fracción de día trabajado lo cual nos hace pensar que estas notaciones serian aproximadas.

El número de operarios por semana que encontramos trabajando en la iglesia de San Félix de Girona es muy variable y depende, básicamente, del trabajo que se esta realizando en cada instante. La máxima aglomeración de trabajadores coincide con las obres más importantes de la iglesia: los cimientos del claustro y del campanario —donde encontramos a gran cantidad de mujeres trabajando— y las obras de fortificación.

En algunas ocasiones los libros de obra especifican claramente la división del trabajo a realizar por cada uno de los oficios que intervienen en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona. Por ejemplo: «Item dissapte a XXII de juliol foren estats en la dita obra per picar et brocar pedres los maestres saguens e los menobres e fembres per fer l.ascombra» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XX). Como podemos comprobar los maestros trabajan la piedra mientras que los peones y las mujeres se encargan de retirar los escombros. Dentro del colectivo de los peones encontramos a Arnau Casals que es citado como «maestre de reblir»,[8] es decir, el encargado de supervisar los trabajos de relleno de los muros del campanario gótico del templo dedicado al mártir Félix. Por su posición cobraba más que un simple peón.

A menudo aparece también el lugar donde se esta trabajando y quien trabaja: «Disapte a XIX de aguost foren estats en la setmana proper pessada per peradar en la obre del cloquer los maestes, e menobres, e fembres ques saguesen. Et aquesta setmana noy peradarem sina IIII dies el cinquen faem escombra vers la part de cerç ço es inter la plaça de Balager et del alberch domnii Espital. Et lo dimarts fo madona Sancta Maria» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XXVI).

Analizando cada uno de los oficios que intervienen en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona los sueldos son bastante variables. La variación viene dada por la especialización de cada operario i por el paso de los años (el paso de un año no

significa forzosamente el incremento del sueldo). Tenemos que añadir que a veces —normalmente en trabajos peligrosos— el salario podía ser en especias: «Item a XXVII del dit mes diu tirar aquela fusta que avie feta fet a le padrera e foren hi X homes a ajude e compte III libras de bou e XVIII diners de pan e III sous et VI diners de vin quels done a beure monte entre tot . . . VII s». (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 43).

En ciertos períodos constructivos encontramos «clanes» familiares trabajando en la obra. Muchas veces no se llega a especificar quienes son los miembros de la familia que trabajan ya que simplemente aparece «pro suo familia».[9] Otras veces si que se hace referencia al miembro de la familia, normalmente la mujer, el hijo y el hermano.[10] Alguna vez también aparece la sobrina o el sobrino: «Item a na Cestitha naboda domini Costa Albadiner de VI . . . VI s.» (ADG. Obra, 1365-1391 (gastos), f. XXVIIIv) y «Item pagua a XXIIII dies de decembre an Bernardo Riembau traginer de Serian qui li heren deguts asapar de XI dotzenes e III caretes que aydar a fer de les peres de la padrera trancades a opus del cloquer ab I seu nabot en temps a rahon de III diners per quartera . . . XVI s. X d. Maya» (ADG. Obra, 1374-1384 (gastos), f. 15v).

Otro aspecto ha destacar respecto a la mano de obra es que aparecen trabajando, en contadas ocasiones, algún judío y algún esclavo. Durante la realización de los cimientos del claustro encontramos a un judío que realiza trabajos de peón.[11] Más adelante encontramos otros judíos trabajando en obra, por ejemplo a principios del mes de marzo de 1358: «Item uni iudeo pro ligar . . . X d». (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.VII). En el mes de octubre de 1360, junto a un judío, trabaja también un esclavo realizando columnas para el claustro.[12] Tenemos el nombre de alguno de los judíos que intervinieron, de forma esporádica, en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona como es el caso de Mordafay que trabaja en el mes de abril del año.[13]

Los trabajadores que están subordinados a otro trabajador,[14] es el caso de los aprendices, no cobran directamente su sueldo sino que este lo cobra su maestro.[15] Este «nuncio» o «macip» tiene un salario similar al del peón pero no sabemos si una parte se la quedaba el maestro como «cuota» para su manutención. Lo que si queda muy claro es la importancia de este aprendiz ya que aparece constantemente al lado de su maestro, en el caso de la iglesia de San Félix de Girona, al lado del maestro de obras, el maestro cantero o el maestro carpintero. Dentro de este grupo tenemos que incluir los «fadrins» y «fadrines»,[16] a los hijos de algún operario y a los esclavos y judíos. No estamos seguro si dentro de esta «familia» de trabajadores podemos incluir a los «companyons» —estos normalmente acompañaban a un porteador o trajinero[17]— ya que no tenemos referencia de lo que cobran.[18]

A veces los libros de obra mencionar, de forma indirecta, la edad del trabajador. Utilizan formulas como «manor de dies» o «iuveni»,[19] «filio» o «filia de» y en algún caso, incluso encontramos trabajando a niños.[20] Estas formulas se aplican a todos los oficios que intervienen en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona. De todas formas la mayoría de trabajadores menores de edad pertenecen al oficio o a participan en los trabajos propios de los peones.

A menudo encontramos trabajando en la construcción del templo dedicado al mártir Félix a trabajadores contratados de forma esporádica. Estos realizan los trabajos habituales de peones o canteros. Normalmente para referirse a ellos se habla de trabajadores alquilados como por ejemplo: «Item solvi per logerio dues hominus que funter per I diem tantum ad mudandum claustra de lapidibus et calç obre dicti portali et escale ali refectorii . . . IIII s. VIIII d.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XIX). En multitud de ocasiones estos realizan trabajos destinados a los peones[21] y no aparece su nombre. De estos trabajadores de obra los libros de obra aportan informaciones interesantes como: «Item cuiusdam homini bisiterio Gerunde qui fuit in petraria ad discooperiendum lapides et carregandum traginerios per IIII dies . . . VIII s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XIII). Como podemos observar queda claro que se trata de un trabajador que no es natural de la ciudad de Girona.

Muchos de los trabajadores que participan en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona en el siglo XIV creemos que son de la ciudad de Girona[22] o de les comarcas gerundenses[23], aunque muchas veces no se especifica su procedencia[24]. En contadas ocasiones aparecen trabajadores de otras regiones o ciudades como: «Rumia de Rosseyon»,[25] «I carrater quey avie vangut de Proença»,[26] «Guilanio de Narbone», [27] «Ferrer Matis de Cerdanya»,[28] «Un hom castelan per I dia ... II s. IIII (d.)» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.36), «Item quidam hom de

Sancto Francisco de Sis per mediam dieni ... I s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XLVIIIv), «Anthoni de Napols per III dies ... VII s. VI (d.)» y «Johan de Napols per III dies ... VII s. VI (d.)» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.42), «Johan de Majorcha»[29] o «Maria de Araguo»[30]. Como vemos su procedencia es muy variada. A veces no se especifica el lugar exacto de procedencia diciendo simplemente: «Item solvi cuysdam carraterio de Francia qui aportavit michi XXVII lapides magnas de petraria nostra et III madicas ... III s. VI d.» (ADG. Obra, 1365 – 1391 (gastos), f.XXXVIIv), «Item hi foren ab el I seu masip e I proom de fora vila entre en dos IIII jorns costaren a rahon de III sous e VI diners per jorn ... XIIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.6v) y «Item solvi XIII die madii duobus homibus straneis qui funter dicta die post perandum pro desando et tirando predictas lapides pro ut dictus Rubiollus cuilibet I solidus summa ... II s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.18).

Las mujeres y su participación en la construcción del templo de San Félix de Girona

Las mujeres tuvieron un gran protagonismo en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona. La importancia de la mano de obra femenina en la construcción del templo dedicado al mártir Félix contrasta con el poco protagonismo que tienen en la construcción de la Catedral de Mallorca, de la Catedral de Tortosa en el mismo siglo [31] y en la construcción de la Catedral de Girona en el siglo XV.[32] Parece ser que la intervención de la mujer en la construcción de grandes obras en la edad media es habitual en toda la península exceptuando la ciudad de Murcia.[33] Esta mano de obra tenía un peso específico extraordinario cuando se tenían que realizar determinados trabajos. Las mujeres aparecen en gran número cuando se desarrollan trabajos de desescombro. Las encontramos en el momento de derruir el albergue de Escala así como cuando se procede a desmontar el claustro[34] y derruir el albergue de Francesc Corona y Berenguer Hospital para construir el campanario gótico.[35] El salario que recibían por su trabajo era considerablemente más bajo que el salario de cualquier peón, por muy baja calificación profesional que tuviera este (fig. 2). Alguna de estas mujeres como Rumisa lleva también a su hijo a trabajar. Posteriormente, ya a mediados del año 1369, encontramos que aparecen en los libros de obra de la iglesia de San Félix muchas hijas de estas mujeres trabajando. [36]

Las dos primeras mujeres que trabajan en la obra aparecen documentadas el 27 de mayo de 1357. Se trata de Parrina y de Nicholae.[37] En casi todos los casos documentados no aparece el apellido de la mujer y, en contadas ocasiones, se menciona quien es su marido. Su sueldo es muy bajo ya que cobran 14 dineros pos día, lo que significa aproximadamente la mitad del sueldo de un peón (30 dineros por día). Lo comparamos con el sueldo del peón ya que las mujeres realizan el mismo tipo de trabajo que este.[38]

A mediados del mes de junio de 1357 el número de mujeres que trabajan a pie de obra se incrementa considerablemente. A las que ya trabajaban, Perrina o Parrina y Nicolaua o Nicholae, se suman Paua y Juglaria.[39] Lo mismo sucede a principios del mes de septiembre de 1362 —se están realizando trabajos de retirada de escombros de la torre situada al norte— cuando nos encontramos con el siguiente registro: «Item solvi a.na Costa per III diebus, et a.na Mayan per tribus, et a.na Johana per tribus, et uni puero per tribus diebus, et a.na Mercera per II, et Pedisere de Naciryes per I die, et na Cebriana per tribus, et Saurine de la tixador per I die, et a.na Garriga per una die cuilibiter X diners per die sus a.na Costa et a.na Johana et alteri XII diners per die numerarut per eibus . . . XVII s. X d.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XLVIv). Estos gastos son muy interesantes ya que

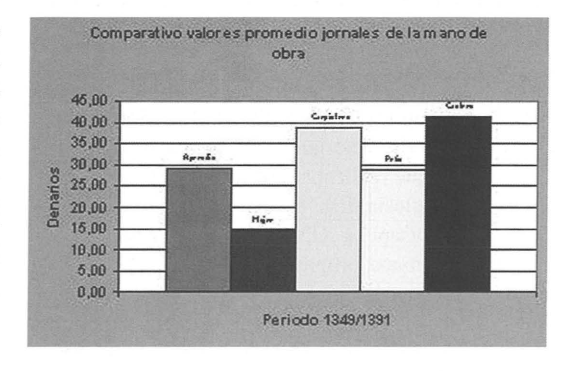


Figura 2
Gráfica salario medio de los operarios que trabajan en la iglesia de San Félix de Girona en el siglo XIV.

nos permiten observar que no todas las mujeres cobraban lo mismo. En este caso unas cobraran 10 dineros mientras que las otras cobraran 12 dineros por día trabajado.

Las mujeres, en ciertos momentos, realizan trabajos que corresponden a los porteadores. Esto sucede a finales del año 1361 cuando transportan piedras del hospicio de Bernat Celrà hasta la obra de San Félix.[40] En estos mismos momentos aparece una cita curiosa que nos parece interesante y que no podemos dejar de comentar. Nos encontramos que: «Item solvi marito predicte Margarite que fuit per IIII dies... VI s. VIII d.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XXXVIIIv). Es usual que se mencione que la mujer de un operario trabaja en la obra no que el marido de una mujer trabaje en obra ya que en la sociedad medieval el peso del hombre era más importante que el de la mujer. De todas formas tenemos que decir que este «marido» cobrara más que su mujer.

El sueldo de las mujeres, en el mes de julio de 1368, se mantiene invariable. Las mujeres que trabajan en la retirada de escombros del albergue de Francesc Corona y de Berenguer Hospital, situado en el lugar donde se levantara el nuevo campanario gótico, cobraran 1 sueldo diario.[41] Este salario se mantendrá hasta que «finalice» la construcción del campanario (hasta el año 1391, datación del último libro de obra).

Vemos que algunas mujeres que trabajan en la iglesia de San Félix de Girona tienen otro oficio. Este es el caso de «Estevena que fo fornera»[42] y de «Ponça» que era panadera. [43] Como podemos observar ya tenían un oficio pero en determinados períodos podían trabajar en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona.

Hemos podido documentar que las mujeres, además de los trabajos de retirada de escombros, también realizaban trabajos propios de los peones como el suministro de materiales, sea piedra o mortero, a los canteros que realizaban los muros del campanario gótico de la iglesia. Este extremo lo podemos constatar ja que: «Disapte a XIX de aguost [1368] foren estats en la setmana proper pessada per peradar en la obre del cloquer los maestes, e menobres, e fembres ques saguesen. Et aquesta setmana noy peradarem sina IIII dies el cinquen faem escombra . . . » (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XXVI). Este dato no asegura que las mujeres realizasen trabajos afines a los peones si no fuera porque más adelante —en el verso del mismo folio— encontramos que muchas mujeres no trabajan un día, que correspondería al de retirada de escombros, sino que muchas trabajan cuatro días, el número de días destinados a levantar el muro del campanario.

Volvemos a encontrar la participación de las mujeres en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona en el año 1379 cuando se continua trabajando en el campanario. En estas fechas, el número de mujeres que trabajaran sera sensiblemente inferior a las que encontrábamos en otros momentos de la construcción del campanario. Para hacernos una idea, la segunda semana del mes de agosto de 1379, encontramos trabajando a cuatro mujeres: Miquela Pasquala, Margarita Garnana, Banyeres i Santera[44]. No se especifica en ningún momento el trabajo que están realizando. A partir de esta fecha solo encontramos trabajando a alguna mujer de forma esporádica, normalmente mujeres de peones que intervienen en la construcción del templo dedicado al mártir Félix, hasta el mes de septiembre de 1382 cuando vuelven a aparecer una cantidad importante de mujeres en la construcción de la iglesia. La semana del 13 de septiembre encontramos trabajando a cinco mujeres: Abrila, Compta, Fransesca Rigau, Barutela i Bansells. El número de mujeres se mantendrá contante durante este período fluctuanto entre cinco y seis mujeres trabajando la misma semana a pie de obra.

Son muy curiosos dos gastos, que aparecen uno a continuación del otro en los libros de obra de la iglesia de San Félix de Girona referentes al trabajo de las mujeres en la iglesia. El primero no dice que: «Item pague lo dit die a una scolana de spitall per I jorns ... I s. II d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 59v) y el segundo que: «Item pague lo dit die a III pagueses de Serrian qui havien aportats III grasons del caragoll e la clau de la capela ... XI s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 60). Como podemos observar en el primer caso se trataría de una chica joven que estaba de aprendiz en el hospital mientras que en el segundo caso se trata de mujeres cuyo oficio principal es el campo, los trabajas agrícolas. En el segundo caso se menciona que estas mujeres están transportando escalones para la escalera de caracol y la llave para la capilla (creemos que se trata de la situada bajo el campanario).

Es significativo, que entre la mano de obra femenina también aparezca trabajando en el templo una esclava[45] a finales del mes de agosto del 1368. Junto a esta esclava también encontramos a principios del

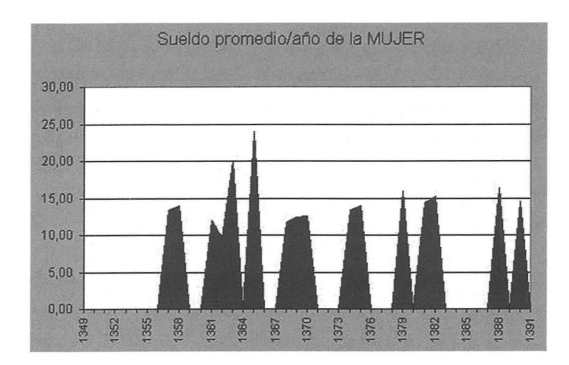


Figura 3
Salario de las mujeres en el período 1349-1391.

mes de septiembre del mismo año trabajando en el templo a la esclava del señor Mitjavilà[46]. En el siglo XV, el número de esclavas que intervienen en la construcción se incrementa como podemos observar en la catedral de Girona[47].

Conclusiones

Parece obvio, después de expuesta la participación de la mujer en la construcción de la iglesia de San Félix de Girona, que no se trata de una excepcionalidad dentro del territorio peninsular. Lo que si parece evidente es que la participación de la mujer en la construcción en la Cataluña medieval no es muy habitual. Pensamos que el caso excepcional de la iglesia de San Félix de Girona se podría atribuir a la gran devoción existente hacia el mártir Félix. Tenemos que citar que después del sitio de 1285, ante los problemas que presento la iglesia para la defensa de la ciudad, al encontrarse a escasos cinco metros de la muralla, el rey Pere III el Cerimoniós ordeno que fuera derruida. Los ciudadanos de Girona se opusieron al dictado del rey y se comprometieron a finalizar la construcción de la iglesia y a dedicar todos sus esfuerzos cuando la ciudad se encontrara en peligro. Esto explicaría la implicación de toda la ciudad de Girona, hombres y mujeres en los trabajos de construcción.

La participación de la mujer no queda restringida a períodos concretos sino que la encontramos trabajando en la construcción del templo del mártir Félix desde el primer libro de obra (1349) hasta el último (1391). Esto se puede observar en la figura 3 correspondiente al salario medio de la mujer en el período estudiado, a pesar de su trabajo continuado, en los momentos en que no se encuentran trabajando den obra. Los momentos en que estas trabajan en mayor número corresponden al momento en que se realizan obras de derribo o cuando se realizan los cimientos. Estos sucede cuando se realizan los cimientos del claustro (1357) o cuando se desmonta el claustro gótico (1374) y en el momento de derribar el albergue para levantar el campanario gótico y realizar los cimientos (1368 y 1369). También las encontramos documentadas en gran número cuando se realizan trabajos de fortificación (a partir de 1365 y de forma prácticamente ininterrumpida hasta 1391).

La mujer realizara, sobretodo, los trabajos propios de los peones aunque en alguna ocasión, excepcionalmente, pueda desarrollar otro tipo de trabajo más especializado. A pesar de equipararse al peón su salario, en el caso de la iglesia de San Félix de Girona, es sensiblemente inferior.

Finalmente, no es extraño que junto a las mujeres encontremos trabajando a niños y niñas, normalmente sus hijos. Esta situación es lógica ya que la ausencia de la mujer del domicilio familiar haría que sus hijos se encontraran desasistidos. La intervención de estos en la construcción, facilitaba su manutención, ya que comían en obra junto a sus madres o se desplazaban con estas en las horas de las comidas. Esto permitía a la madre estar constantemente al cuidado de sus hijos.

Notas

1. Marquès (2001, 131).
2. Guilleré (1993, 39–170) califica la ciudad de Girona como *Llave del reino* en el capítulo titulado «Clau del regne e cap de bisbat».
3. Pere Ramon se ausenta una semana, la primera de septiembre de 1369, tal como aparece en apareix en el gasto registrado en el libro de obra donde se dice: «P. R. non fuit quo in opere sedis fuit per totam septimana» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XLIIIv).
4. Domenge (1997, 237). En el caso de la Catedral de Tortosa (Almuní, 1991, 125) se cita una jornada laboral de 8.30 horas en invierno y de 14 horas en verano.
5. Estos días festivos han sido extraídos del libro de obras, 1365–1391 (gastos) correspondiente al inicio de las obres del campanario gótico. A estas festividades se

tendrían que añadir el día de Navidad, el día de Año Nuevo, el día de la Epifanía y el día de la Candelaria.

6. «Item diluns a XXIIII de iuliol agui II mestres de pera I en P. Figuera e en Mateu per tencar los carnes ves çerts e foren hi tota la setmana en l.aquel hac VI dies feanes ab lo jorn de Sent Jacme que obraren costaren a rahon de IIII sous per jorn … II ll. VIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.3).
7. Ver como ejemplo: «Item pague lo dia de sus dit a na Rigaula que y fo per tirar terra VI dies en la dita setmana sive una vesprada per pluia … V s. IX d.» (ADG. Obra, 1365–1370 (gastos), f. XIX). En este caso esta mujer deja de percibir 3 dineros.
8. «Arnau Casals maestre de reblir et prenia per die III sous foy per II dies … VI s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 40v).
9. «Item solvi eidem pro suo familio qui fuit per quator dies … VIII s.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f. III). Tenemos que ser cautos ya que al transcribir el documento no es lo mismo «famulo» (esclavo) que familia.
10. «E foy en P. Basse et son frare en Nicolau per V dies continues montaren entren dos … XXX s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 35).
11. «Item uni iudeo menobre qui fuit per V dies … XII s. VI d.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f. XVIv).
12. «Item li pague custe I jueu et I catiu que havien colones pulidas . . . VIII s.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XXXI).
13. *Primerament en Bernardo Saroque feu adobar lo axata del levador de la cerque an Mordafay jueu e costa . . . VI d.* (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 32).
14. Ver el estudio de Argilés (1998, 111-22) sobre los subordinados en la obra de la Catedral de Lleida en los siglos XIV–XV.
15. «Item solvi eidem per suo nuncio per VI diebus dicte septimane . . . VI s. III d.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XXIv).
16. «Item pague adiversses fedrins e fadrinas que y tiraren en la dita setmana a rao de XX cabaços de terra de aportar de fora per I diner … VI s. VIII d.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XIXv).
17. Una excepción es la referencia a un compañero («company») que trabaja con un cantero. En este caso, por el salario que percibe, podemos afirmar que se ha hecho servir esta palabra tal como la utilizamos hoy en día para referirse a otro pedrero compañero de trabajo. Veámoslo: «Item pague an Anthoni Scuder companyo del dit Berthomeu qui fo en la dita septimana en la dita padrera per IIII jorns e mig . . . XVI s. II d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.19).
18. «Item pague an P. Serra traginer e a sson companyo per port de LX somadas de calç VII sous VI diners e per XXXI dotzena de arena XXXI sous. E per II de le cola XVIII denarios. Soma … XL s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXXI).
19. «Item uni iuveni pedrerio que fuit per IIII dies … X s.» ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XVIr y «Item pague lo dit die an P. Bassa padrerr e manor de dies qui fo a la dita obra III dies … XII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.69v).
20. «Item cuidam infanti Coste blanquerii de V diebus … IIII s. IIII d.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XLIv).
21. «Item costa I manobre que n.Espinalp loga per destemprar ho amortar les dites VIII corteres de caus e ajusta reble elevay mantelets de les taulades o del mur de la ditta sgleya e fohi I jorn pres … II s. VI d.» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.LVIv).
22. «Item na compre domini Valdemia fuster de Gerona II quayrats de roure que costaren VI sous e I. Domini Cantalosela III sous IIII diners. Soma … IX s. IIII d.» (ADG. Obra, 13650–1391 (gastos), f.XXXV). Como observamos, en este caso queda claro que el carpintero és de Girona.
23. «Item en Catalan de Sent Daniel I dia e mes … III s. VI d.» (ADG. Obra, 1365–1370 (gastos), f.XXVIII).
24. En los cuatro ejemplo que veremos a continuación queda muy claro, en el primero, que el peón es de Girona y vive, en el barrio del Mercadal, en el segundo y tercero, que el carpintero y peón son de la localidad de Banyoles y en el cuarto que el peón, aunque no se especifique su oficio, es del pueblo de Albons: «Item solvi dicta die an Pug manobre et morater in Mercatallo Gerunde qui fuit similiter cum dicto Morere per dictos III[es] dies ut supra … VII s. VI d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.17), «Item solvi Petro de Mansione fusterio balneolenis qui fecit iavuts in camera custodum huius ecclesie … II s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.28v), «Item P. Bernat de Banyoles per III dies faeners ... VI s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXII) y «Item en Martin de Albon per I die» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXVv).
25. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXI.
26. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.89v. Este carretero podría ser Joan Forner que es citado posteriormente en un registro de gastos de 21 de febrero de 1384.
27. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXXXVIIv.
28. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXIIIv.
29. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXv.
30. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXIIv.
31. Domenge (1997, 234); Almuní (1991, 118). Para la Catedral de Lleida la autora no cita su peso específico pero si comenta que a partir del siglo XV dejan de trabajar a pie de obra.
32. Ver Victor (2002, 291). Para el siglo XIV no existe un estudio exhaustivo del rol de la mujer en la construcción de la catedral de Girona ya que el único estudio de Homs (1977, 75–157) abarca un período muy corto.

33. Borrero (1991, 107).
34. Un ejemplo lo podemos ver cuando se realizan trabajos de retirada de escombros durante la construcción del nuevo claustro gótico. En estos momentos, concretamente a 22 d'octubre de 1358 encontramos trabajando a Agnes, Lilona, Iarmona, Rumisa, Duslamsal, Planxa, Teranaus, Almut, Riera, Bonanada, Perona, una teixidora de Madremanya, Sebelina, Caterina, Perrina, Guillerma, Curta y Murriana. Tenemos un total de 18 mujeres retirando escombros. Ver ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XXII.
35. El 8 de julio de 1368 encontramos realizando trabajos de retirada de escombros a Rigaula, Forcadas, Iuglaria, Simona, Mariana, Rubiola, Lorala, Alaguona i Pau. Per tant un total de 9 dones. Ver ADG. Obra, 1365–1370 (gastos), f.XVIII. La semana siguiente se suman Clarana, Ponça, Nicholana, Coltabran, Andreua, Guchona, Bertholomeua, P. Sanyora, Ruvya de Rosseyo, Puyals, Gilar filla de Canistell, G. Russinyola, Montanera, Paiesa i Nadalona filla de Nicholana. Como vemos se suman 13 mujeres y dos hijas resultando un total de 24 mujeres trabajando en obra la citada semana. Ver ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XIX i XIXv.
36. Un ejemplo seria la hija de Ponça: «Item per sa fila de V diebus … V s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XLIv).
37. «Item ana Parrina femine que fuit per dictos sex dies … VII s. " y " Item Nicholae femine de dictis sex diebus dicte septimane … VII s.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f. XV).
38. A la Catedral de Lleida Argilés nos informa que: «... les dones s'ocupaven de: pujar terra a les teulades, fer i transportar morter, transportar pedres, fer camins a les carretes i obrar en el graner.» (Argiles 1998, 123).
39. «Item a.na Paua pro VI diebus … VII s.» y «Item ana Iuglara femine pro una die … I s. II d.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XVIIv).
40. «Item solvi a.na Mayan. Et Marie et Margarite et Trareine Vitalis que funter per dictes lapidibus portandis tribus diebus precio XII denarii per die … XII s.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XXXVIIIv).
41. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XVIII.
42. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXII.
43. «Item a na Ponça flaquera de V diebus … V s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XLIv).
44. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 37v.
45. «Item na Francescha esclaua II dies … II s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXVIIv).
46. «Item ana Johana que fo esclaua domini Migavila de IIII … IIII s.» (ADG. Obra, 1365–1370 (gastos), f.XXVIIIv).
47. Victor (2002, 297–301).

Lista de referencias

ADG. Archivo Diocesano de Girona.

Almuní, V. Mª. 1991. *L'Obra de la Seu de Tortosa 1345–1441*. Tortosa: Editorial Cooperativa Gràfica Dertosense, Publicacions de l'Institut d'Estudis Dertosenses.

Argiles M. C. 1998. *Preus i salaris al segle XIV i XV a Lleida segons els llibres d'obra de la Seu*. Lleida: Universitat de Lleida.

Borrero, M. 1991. «Los medios humanos y la sociologia de la construcción medieval». *La técnica de la arquitectura medieval*, editado por Amparo Graciani. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Domenge, J. 1997. *L'obra de la seu. El procés constructiu de la Catedral de Mallorca en el tres-cents*. Mallorca: Govern Balear, Institut d'Estudis Baleàrics.

Giró, D.; Martín, J. y Rodríguez, J.A. 2004. «Aixecament, modelació 3D, anàlisi històric, constructiu i estructural de l'església de Sant Feliu de Girona dels segles XIV-XV», directores del proyecto final de carrera, M.A. Chamorro y M. Llorens. Universitat de Girona. Departamento de Arquitectura e Ingenieria de la Construcción (inedito).

Guilleré, Ch. 1993. *Girona al segle XIV. Vol. I*. Girona: Ayuntamiento de Girona.

Homs, C. 1977. «Los constructores de la Catedral de Girona. Aportación a su estudio (1367-1377)». *Cuadernos de Historia Económica de Cataluña*, XVII: 75–157. Barcelona.

Marqués, J.M. 2001. «El temple de Sant Feliu de Girona, al s. XIV». *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins. Vol. XLII*, 131-150. Girona.

Victor, S. 2002. «La construction et les metiers de la construction a Gerone au XVe siecle», director de la tesis Ch. Guilleré. Chambéry: Universitat de Savoie. Département d'Histoire (inédita).

Los libros de obra de la iglesia de San Félix de Girona en el siglo XIV.

Miquel Àngel Chamorro Trenado

La figura del maestro de obra es fundamental en la realización de cualquier proceso constructivo. Esta figura tiene aun más importancia cuando el edificio a realizar es complejo. La misión del maestro de obra, en época medieval es muy similar a la que puede tener el arquitecto en la actualidad. Y decimos similar ya que el maestro medieval, además de realizar los planos (traza),[1] es el encargado de dirigir las obras y de controlar el suministro y la calidad del material que llegaba a esta.[2] El arquitecto técnico o aparejador es el encargado actualmente del control de calidad de los materiales utilizados en construcción.

Como han citado varios historiadores, el término «arquitecto» es poco utilizado en la Edad Media. La figura más próxima al arquitecto actual seria el maestro de obras con las variantes que hemos citado anteriormente. Este arquitecto medieval estaria formado básicamente en temas relacionados con la geometría.[3]

En un proceso tan dilatado en el tiempo como fue la construcción de la iglesia de San Félix de Girona no es extraño que interviniesen diferentes maestros de obra. En el período estudiado, 1349–1391, hemos documentado 2 maestros de obra. Los dos son a la vez directores de las obras de la iglesia de San Félix y de la Catedral de Girona. Este hecho remarca los lazos que aun existían entre la iglesia de San Félix y la Catedral.[4]

Los contratos entre los «arquitectos» y los cabildos nos informan detalladamente de las obligaciones de las dos partes y nos dan una idea del rol que jugaba el maestro de obra, no solo en la construcción, sino también en otros ámbitos de la sociedad medieval. Analizaremos estos contratos a medida que vallamos desarrollando los aspectos más destacados de los maestros de obra que intervinieron en la iglesia de San Félix de Girona.

Los maestros de obra de la iglesia de San Félix de Girona

El primer maestro de obra que encontramos documentado en la iglesia de San Félix de Girona es Pere de Capmagre. Era también maestro mayor de la catedral de Girona y lo encontramos documentado el 13 de marzo de 1348 cuando recibe 20 solidos por su trabajo en la escalera principal del templo.[5] No tenemos pruebas documentales pero creemos que este maestro ya trabajaba en la iglesia anteriormente.[6]

El maestro de obra trabajaba a pie de obra o en la cantera. Normalmente, en un primer momento, trabajan en la cantera preparando los sillares u otras piezas de piedra necesarias para la construcción de la iglesia y una vez preparadas se trasladan a obra para comenzar a colocarlas con la ayuda de canteros y de peones y mujeres que se encargan de aportar piedra y mortero de cal.

Uno de los trabajos reservados al maestro de obra es la realización de la clave de la bóveda. Este es el elemento que cierra la ejecución de una capilla, un ábside, un cimborrio o un tramo de bóveda. Podria-

mos decir que es una especie de firma del maestro para dejar constancia de su trabajo. La tercera semana del mes de octubre de 1349: « Item pege an P. de Capmagre mestre de le obre per IX dies qui here stat a ne queste setmane III dies et a ne questes dues setmanes pus prob pesades VI dies a rao de III sous per die some et digous comensa de fer le ymage de le clau et son vol esats digan diumenges et disapte et no asi . . . XXVII s. » (ADG. Obra, 1349 (gastos), f.7).

El maestro de obra Pere de Capmagre, desaparece de la iglesia de San Félix la cuarta semana del mes de octubre del año 1349. Parece ser que por desacuerdo con el cabildo del templo, una vez acabada la clave de bóveda de la capilla de Vendrell, ya que el maestro no había ni quería hacer la imagen siguiendo las directivas dictadas por el cabildo y la quería cobrar a parte de su sueldo.[7]

Entre la desaparición del maestro de obra Pere de Capmagre y la aparición del nuevo maestro Pere de Coma encontramos un largo período de tiempo donde no aparece ningun maestro de obra. Los que si que aparecen haciendo su función son un conjunto de maestros canteros que se encargaran de la realización de las obras de la iglesia y del claustro. A Pere de Capmagre lo encontramos citado otra vez en los libros de obra de la iglesia de San Félix de Girona pero con el título de maestro de la catedral.[8]

El segundo maestro de obra que aparece citado en los registros contables es Pere de Coma.[9] Este sera el maestro de obra encargado de la realización del campanario gótico de la iglesia del santo mártir Félix. Igual que Pere de Capmagre este maestro ostentava al mismo tiempo el cargo de maestro mayor de la catedral de Girona —aparece a menudo citado utilizando esta terminología en los libros de obra analizados[10]— y maestro mayor de la iglesia de San Félix de la misma ciudad.[11] Además, esto indicaría la importancia de este maestro de obra, cuando es contratado para realizar el campanario de San Félix esta trabajando en un puente sobre el Ter,[12] actualmente desaparecido y que seguramente no se llego a terminar. También lo encontramos el 27 de septiembre del año 1385, en el palacio episcopal de Girona donde cobrara 110 florines de oro, y 85 llibras, 12 solidos y 7 dineros barceloneses para obras en las letrinas del mismo palacio.[13]

El día 8 de mayo de 1368 se firma el acuerdo de la iglesia de San Félix de Girona con Berenguer Busquets i Berenguer Ferrer para derruir los hospicios de Francesc de Cots y de Berenguer Hospital donde se construira el campanario gótico actualmente conservado. Se acuerda pagar 50 libras, 8 solidos anuales de censo al sacristan mediano —también citado como sacristan segundo— de la Seu, 1 morabetin al abad por cada nuevo tiutlar y por 7 palas del albergue de Berenguer Hospital, 7 libras. La primera notícia que tenemos de este maestro en la iglesia de San Félix es que: «Item lo maestre de la obra en P. Çacoma e yo passam la barcha per treçar lo cloquer part la pila del pont done a la barquera . . . II d». (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XV). Este hecho tiene lugar en una fecha indeterminada entre el 3 de junio y el 24 de julio de 1368. Podemos asegurar que la traza se ejecuto antes del 3 de julio de 1368 ya que en esta fecha empiezan los gastos para construir el campanario.[14] En estos momentos se compran y reparan diferentes medios auxiliares para realizar la obertura de los cimientos como pueden ser cestos, picos, etc.[15] En los trabajos de derribo y retirada de escombros encontramos trabajando además del maestro, canteros, peones y mujeres.[16] La tercera setmana del mes de julio los maestros pican piedra y los peones y mujeres retiran escombros.[17]

La primera piedra del campanar se coloco el 11 de agosto de 1368: «Començaren a paradar en lo cloquer lo divendres a vespre de la dita setmana XI de agost e monsenyor lo bisbe posa la primera pedre» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XXIIIIv). En estos mismos momenttos se comenzo a suministrar cal para la realización de los cimientos. La semana del sabado 29 de agosto queda muy claro el trabajo que se realiza ya que se especifica: «Disapte a XIX de aguost foren estats en la setmana proper pessada per peradar en la obre del cloquer los maestes, e menobres, e fembres ques saguesen.Et aquesta setmana noy peradarem sina IIII dies el cinquen faem escombra vers la part de cerç ço es inter la plaça de Balager et de l.alberch domnii Espital.Et lo dimarts fo madona Sancta Maria» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XXVI).

El 30 de agosto de 1368 se trabaja por la noche en el refuerzo del campanario románico ante el peligro que este cayera. Esto permite deducir que el «cloquer vell» se encontrava en el lado norte tocando la fachada principal y que una vez derruidos los albergues este presento problemas de estabilidad. Sus cimientos quedaron descalzados una vez fueron derribados los albergues. Esta afirmación queda confirmada ya

que la semana del sabado 5 de agosto: «Item pague an March Juglar que desses per beure per macips que aydaren lo dia de sent Feliu a develar los senys del cloquer e les esquelas per dupte de perryll XXI denarios. E per lo maestre maior e per en Ffrancisco fuster per sopar VIII denarios. E per en Botet XII (d.) . . . III s. V d» (ADG. Obra, 1365 – 1391 (gastos), f. XXIIII), y a continuación el 6 de agosto se trajo tierra para reforzar —«aguavayant»— el campanario.

La traza del campanario se conservava, hasta el año 2002, en el Archivo Diocesano de Girona entre los libros de obra. Apuntamos, mientras estudiavamos estos libros, la necesidad de preservar esta traza tan valiosa, cosa que no sucedia estando entre los libros de obra. El director del archivo, Josep M. Marqués, decidio proteger esta traza, junto com el documento que la acompañaba, con un vidrio doble que hacía visible el recto y el verso. Actualment se encuentra en el archivo en una carpeta separada de los libros de obra.

Se trataría del plano de «arquitecto» más antiguo de Girona y posiblement de Cataluña.[18]. Es un papel de forma octogonal, la que tiene el campanario, de unos 16 × 16 cm. y escrito por las dos caras. En esta traza podemos observar, en el recto, la traza, donde los muros exteriores los delimita el mismo corte del papel y las interiores estan marcadas con tinta. En esta traza se observa, ya que se encuentra grafiado, el lugar donde se tenía que unir el campanario y la paret de la iglesia. Además aparece citada, en cada uno de los muros que formarian el campanario la palabra «alambor». Esta palabra nos indica que el muro del campanario tenía que ser ataluzado, tal como se encuentra construido en su arranque (la base), antes de llegar al nivel del pavimento de la iglesia. Esta palabra también se utiliza para definir una doble paret. Esta segunda acepción tiene sentido si pensamos en los muros que se levantan a partir del nivel del pavimento de la iglesia. En el verso encontramos por escrito las medidas que tenia que hacer el campanario. En la transcripción, observamos que los muros del octogono no tenían la misma longitud[19]. Esta irregularidad en las medidas del octogono se mantuvo, incluso, durante la construcción de los cuerpos escalonados en el siglo XVI.

El 5 de septiembre de 1368 el maestro y el cabildo firman la capitulación para realizar el nuevo campnario. En esta se establecen los compromisos que contraen el maestro y el cabildo de la iglesia de San Félix: «Item solvi discreto R. Egidii notarii Gerunde V die septembris pro instrumentum fecum inter capitulum huius ecclesie et P. Çacoma magistrum operis cloquerii noviter incepti. Et en certum prova in verso instrumento caventur in effectum ista. Primo quod ipse proficue procuret ipsius opus dictorum evitando et expenses inecidiarias quantum in iste fuiter et hem iuravit. Item quam ad opus accipere non valeat sine licencia operarii. Item quam quotiacumque fuiter in ipsa opere fecus aproperatus operandi qua vocatus quoscumque opere dimissis opereter in nostre opere. In premissis fuit exceptum operus op pontis maioriis in qua iam primus extait obligatus. Et cave quo ipse fuit in ipsa opere pontis ultra in a rao pro una hora diey sine logerio videat illos qui operabant vel (ultra) peravunt lapides de brocar in ista opere. Et est sibi contestum darem pro qualibet die faener quo fuiter in opere predictum IIII solidi. Et uni eius familia vel II ipsorum. Item ulterius annuarium darem sibi de gratia CXL solidi seguons la restis empera que obrarem car per la restis que no obraren en lo cloquer ne en padrera no deu res pendra ans den e solidi deduyt dels dits CXL solidos prorata temporiis et quamtitis» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XVv). Pere de Coma esta obligado a evitar gastos innecesarios durante su construcción, no se puede ausentar a no ser que este trabajando en las obras del «pons mayor», en este caso al menos tiene que estar una hora en el

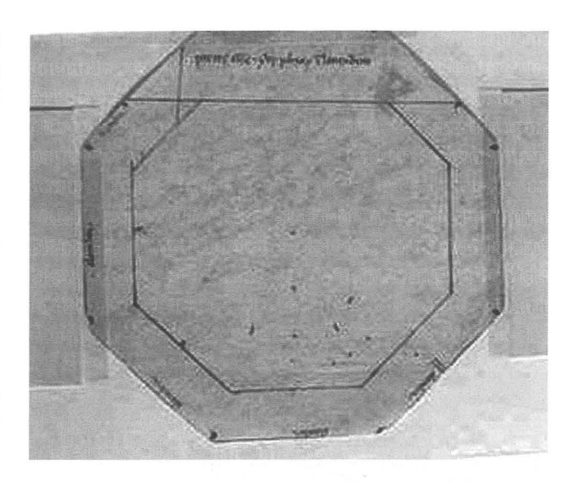


Figura 1
Traza del campanario de la iglesia de San Félix de Girona: recto.

campanario y dejar un encargado de la dirección de la obra, el sueldo del maestro sera de 4 solidos diarios y de 140 solidos (7 libras) anuales en concepto de pensión descontando la cantidad correspondiente a los dias no trabajados. Su salario se mantendra constante durante todos los años que intervendra como maestro de obra del campanario a pesar de la fluctuación en los salarios y en los precios de los materiales a lo largo del siglo XIV.[20] A veces el maestro solicitara cobrar su parte de su salario —en concepto de pensión— por anticipado.[21]

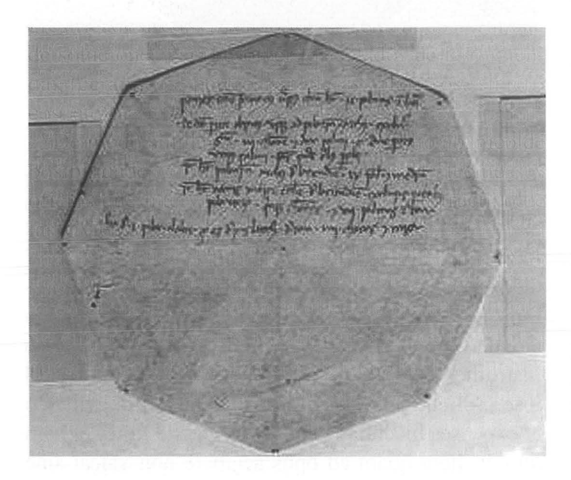


Figura 2. Traza del campanario de la iglesia de San Félix de Girona: verso.

Pere de Coma se ausenta habitualment para trabajar en las obras del puente mayor. Por ejemplo en la semana del 19 de agosto del año 1368: «Primerament lo maestre IIII dies car lo dissapte fo al pont . . . XVI s». (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXVI). Como podemos comprobar cobra los 4 solidos estipulados en su contrato por dia trabajado. También se ausenta cuando se tiene que desplazar a otras ciudades para resolver sus asuntos. Este es el caso de la semana del 27 de septiembre de 1368, momento en que se abandonan provisionalmente las obras en el campanario para empezar a realizar obras de fortificación en la iglesia de San Félix de Girona, cuando: «Lo maestre noy fo que a Castaylon ana per las venemas e per sos affers lo dissapte prop pessat» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXXIIv). Almumí cita las ausencias de maestros de obra en el caso Tortosa como una forma de reciclaje ya que accedian a obras de otros arquitectos que trabajaban en la Corona de Aragón o en el resto de Europa.[22]

Parece ser que durante la ausencia de Pere de Coma, el máximo responsable de la obra es el carpintero llamado Botet. Hacemos esta afirmación ya que en el registro contable de 28 de septiembre de 1368: «Primerament hi fo en Botet fuster que paradava car lo maestre en Pere Çacoma era a Casteylon e foy XIIII dies a fer de III sous VI diners per dia . . . XLIX s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXXIIII). Su sueldo nos lo confirmaría ya que es el operario mejor retribuido por encima de los maestros canteros.[23]

Pere de Coma tenía un aprendiz —«macip»[24]— que cobraba exactamente la mitad del sueldo del maestro o sea 2 solidos diarios[25]. El aprendiz que estaba bajo las órdenes del maestro parece ser que se llamaba Guillem. En un registro del 29 de julio de 1368 aparece la abreviación de su nombre con una G^{em}. Este «macip», igual que sucedia con su maestro, en ciertas ocasiones se ausentava de la obra para trabajar en el puente mayor.[26] El año 1369 Guillem pasara a cobrar 3 solidos diarios.[27] Parece ser que en el año 1369 el maestro mayor tenía dos aprendices, Guillem y Bernat ya que aparecen juntos. Pensamos que lo que sucede es que el «macip» del maestro pasa a ser Bernat y que Guillem, Guillem de Mieres, pasara a ser peón en el año 1369. Esta sería la razón por la cual los libros de obra hablan de Guillem Mieres senior.[28] A partir del 15 de abril de 1369 solo encontramos a Bernat como «mancipio magistri».

A finales de 1368 la mayoria de los esfuerzos se dirigen a la fortificación de la iglesia de San Félix. A mediados del mes de febrero de 1369 encontramos a tres peones, Ferrer, Marc y Gallard cubriendo los corredores más altos de la iglesia, donde estan los manteletes, con tejas.[29] Las obras continuan en el campanario en el mes de febrero ya que: «Item solvi die dominica III die marcii dicti anni MCCCLXIX magistris sive padreriis infrascriptis que fuerunt in opere pro perandis, picandis et brocandis lapidibus del alambor pro cloquerio. Et inceperunt die lune XXVI die februarii primo P. Çatorra que fuerat in ipsa septimana per VI dies precio III solidi IIII denarii pro die que alias non porterani aliquem hicte . . . XX s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XXXVIv). La

cita del «alambor» nos recuerda que aún se construye la parte más baja del campanario.

El año 1369, a mediados del mes de abril, aparece un registro bastante interesante mencionando la construcción de la iglesia de San Félix. Este registro especifica que: «Item fuit magister maior per unam diem quas ad faciendum la lotga ad ponendum lindars . . . III s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXXVIIv). Como observamos el maestro esta trabajando en las obras de la lonja. Ya existía una lonja citada en el año 1349[30] y, por tanto, este registro solo hace referencia a obras de reparación de la lonja o a la construcción de una nueva, recordemos que eran construcciones efímeras. El maestro mayor junto con otros trabajadores (carpinteros, herreros y peones) construyen la lonja para trabajar a pie de obra, situandola lo más cerca posible de la obra del campanario, o sea, al inicio de la escalinata de la iglesia de San Félix como la construída el año 1377 «ante cloquerium novum».[31]

Dos registros de 2 de julio y 16 de julio de 1369 nos indican que ya se esta tabajando en los muros verticales del campanario de la iglesia de San Félix. En la primera se trabaja en la cantera realizando un tipo muy concreto de sillares, los llamados «somadals», para colocar en obra[32] y en la segunda se inician obras en el campanario y ya no se describen los muros ataluzados.[33]

El mes de abril de 1375, se desmonto la lonja ya que: «Item a XIIII d.abril agui II manobres I jorn per levar les bigues de la loge e desar e estoyar les e desaren lo sementeri ves sol ponent costaren . . . IIII s». (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 9). Recordemos que además de la lonja existia la casa de la Obra.

No podemos dejar de citar la ausencia de Pere de Coma del viernes 19 de abril de 1370 donde: «Item die sabbati post pasca XX die aprilis fuit in dicta opere cloquerii P. Çacoma magister ipsa die sabbati tailaru ad peradandum quem die lune et die martis funter festa pasche aliis diebus pluit duobus diebus et die veneris ipse sepelivit I filium . . . IIII (s.)» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XLVIII). Como vemos, se ausenta de la obra, ya que el viernes 19 de abril entierra a un hijo.

Las obras de fortificación comportaron el derribo del claustro – tendríamos que decir desmontaje – y de los albergues adyacentes. Primero se derribarían los albergues y parece, inicialmente, que en el alberguе de Berenguer Ferrer se ajustarian los sillares.[34]



Figura 3. Portada libro de obra nº 4.

El obispo hizo dos letras para que nadie expoliara los restos de los albergues y para que ningun sacerdote vendiera o alienara estas piezas.[35] Con este derribo también desaparecio el dormitori del cual el 23 de agosto se retiraban tejas. El 31 de agosto de 1374 se inicia la construcción de la paret sobre Santa Maria de Gracia que finalizara el 11 de septiembre del mismo año. Posteriormente continuaron las obras de fortificación y se cerro el portal norte y el occidentald de la iglesia.[36] Finalmente: «Item diluns a XVIII del dit mes agui II mestres e III manobres per desfer les clastres axi com lo capitan e mosen labat avien menat, foren hi tota la setmana en la qual hac IIII dies feanés monten al damont dit preu . . . I ll. VIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 5). La semana del lunes 25 de septiembre de 1374 finalizarían las obras de desmontaje del claustro,[37] almacenandose las piezas en la casa del abad y trasladandose estas el año 1376 a la Casa de la Obra.[38] El 2 de octubre empiezan a almacenar las diferentes piezas que formavan este espacio.[39]

La fortificación afecto a toda la iglesia como podemos observar: «Item lo dit jorn (10 de novembre)

qui per manament del dit capitan fiu fer dues verdesques sobre lo portal de mig.jorn e compre tagel d.en Francesch Corts costa . . . IIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 6v). Y en el mes de diciembre del mismo año (1374) se tapia una puerta que se encontraba abierta en el muro norte de la iglesia y se levantan almenas en el puente que une la iglesia con la muralla de la ciudad.[40]

Durante un largo período de tiempo no tenemos notícias de Pere de Coma. Esta falta de referencias, dejando de banda el período comprendido entre los años 1370 y 1374 del cual no se conservan los libros de gastos de la obra, es bastante significativa ya que hasta el mes de noviembre de 1376 no se vuelve a citar. Este registro menciona las deudas que tiene la obra con el maestro desde el mes de mayo de 1375 hasta noviembre de 1376.[41] Después vuelve a desaparecer hasta el 4 de septiembre de 1378 donde: «Item solvi IIII die mensis septembris anno LXXVIII Petro de Cumbis petrario et magistro operis dicte ecclesie que sibi debebant pro pensione sua videlit de uno anno quo operare fuius in dicto opere a IIII die mensis madii anni MCCCLXXVII citra prout in quodam instrumento condicionato inter capitulum dicte ecclesie et ipsem fecum e fe fecem existire V[te] die septembris anni LXVIII in posse discreti Raymundi Egidii notarii Gerunde . . . VII ll.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.29v). A pesar de estas apariciones esporádicas, si nos fijamos, en ningun momento se cita que el maestro trabaje en la obra realizando los trabajos propios de su cargo.

El 4 de mayo de 1377 se empezaría a cubrir la capilla del campanario gótico.[42] En el mes de julio se trazaría la planta de la capilla: «Item emi V[e] layens canabi ad opus layandi sive trassandi capellam cloquerii novi decestiterunt . . . XV d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 23). En esta capilla trabajaran los canteros Francesc Cassa y Antoni Escuder. El maestro mayor solo aparece cuando cobra su pensión el 4 de septiembre de 1378.[43]

A partir del 26 de julio del año 1379 ya volvemos a encontrar trabajando en obra de forma continuada al maestro Pere de Coma.[44] Este trabajara junto con su «macip» Pere Riera.[45] Este aprendiz cobrara a razón de 30 dineros diarios por su trabajo mientras que el «macip» que tenía anteriormente, Guillem Mieres, cobraba 36 dineros. Este hecho nos hace pensar que dentro la categoría de aprendices había unos más calificados, con más experiencia, que otros. Estas obras aún corresponderían a la capilla bajo el campanario ya que el 21 de agosto de 1379: «Item compre den Fabreguer tender XVI liures de plom per les rexes de la capela so es per les finestres a rahon de VI diners per liure monten . . . VIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 33v).

La cuarta semana del mes de agosto de 1379 la construcción del campanario ya estaria bastante avanzada, en altura, ya que se levanta una nueva bastida sobre la existente.[46] En este año, como aparece en los registros contables,[47] Pere de Coma trabajo en el campanario cuatro meses y una semana. A principios del mes de junio de 1380 se iniciaria la construcción de las escaleras de caracol ja que: «Primament pague an Barera padrer e an Bassa padrer entre diverses veguades altra XX florines que lo seyor en Pont los havia bastrets quals heren deguts ço es per CXXXX una cana e VI palms e per mig de peres de filades a rahon de III sous la cana CCCCXXV sous IIII diners e per XLVII canes e miga de peres de caragoll a rahon de IIII sous la cana CXC sous e per VIII grasons de caragoll a rahon de X sous la pera LXXX sous. Summa que monta tot ço que yolas he paguat per les dites peres deduits los XX florines que ja havian rehebuts del se(n)yor en Pont ... CCCCLXXV s. IIII d.» (ADG. Obra, 1374 – 1384 (gastos), f. 46).

El 3 de febrero de 1381 se inicia una nueva fase en las obras del campanario. Se ejecutan los «formarets» —nervios— de la bóveda de la capilla.[48] El 23 de marzo de 1381 se estan haciendo las cimbras para ejecutar estos nervios[49] y un puente de madera en el campanario.[50] El 13 de abril de 1381 se produce el pago a Joan Llor, herrero, de las rejas para los ventanales de la capilla del «cloquer nou».[51] El 18 de mayo esta capilla se estaría acabando ya que 3 campesinos de Sarrià cobran 11 solidos por 3 piezas de piedra para la escalera de caracol del campanario y para la clave de bóveda de la capilla bajo el «cloquer».[52] A principios de junio se suministran sillares «escalabornats» para la realización de la bóveda de la capilla bajo el campanar y para la escalera de caracol[53] y a finales del mismo mes se inicia la realización de las puertas.[54] Aun se trabaja en estas puertas a finales del mes de abril de 1382 ya que: «Item pague lo dit die an Berengario Serra fuster per les portes del caragoll nou quey mes e torna desfer e conectar e bararr ab cabirons quey mes seus . . . VI s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 69).

Unos registros de finales de marzo de 1381 indican que Pere de Coma tenía 3 aprendices a su servicio trabajando en obra. Se trataria de Francesc Lapart, Andreu —citado como «macip»— y Arnau Granell. Eso creemos ya que el maestro cobra en nombre de estos tres aprendices: «Item pague lo dit die al dit mestre per en Ffrancesch Lapart qui havia obrat a la dita obra IIII jorns . . . XII s.», «Item pague lo dit die al mestre per nAndreu macip seu qui havia obrat a la dita obra V jorns . . . XII s. VI d.» y «Item pague al dit mestre per n.Arnau Granell per V jorns . . . XII s. VI d.» (ADG. Obra, 1374 – 1384 (gastos), f.52v). Más adelante queda claro que Francesc Lapart es un carpintero mientras que Andreu y Arnau son aprendices de Pere de Coma.[55] Junto con estos dos aprendices también aparece en momentos puntuales un tercer aprendiz que acompaña al maestro de obra, se trata de Antoni y de Pere Riera, según el caso.

Los trabajos en las escaleras de caracol se estaban acabando el 1382 ya que se paga por: «. . . XIII cumbreres de la fin del caragol . . .» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 66). La semana del 27 de septiembre de 1382 se paga a Julià por dos piezas de piedra para finalizar la escalera de caracol.[56] En la misma fecha se esta realizando el «arco ancho» o «mayor» del campanario.[57] En un registro de inicios del mes de marzo del mismo año encontramos a Bernat Rimbau que aporta piedras para el arcco de la capilla.[58] En el mes de maig Vilarnau, carpintero, realiza las cimbras para este arco.[59] En la segunda semana de agosto se realiza el corredor, y su cubierta,[60] situada entre el final de la escalera de caracol y el primer piso del campanario. El 13 de septiembre se compran bigas de roble para realizar las barandas en la escalera que va del nivel 1 al nivel 2 del campanario.[61]

El 27 de septiembre de 1382 se paga al cantero Pere de Torres por dos piezas de piedra para una columna —el capitel aparece después— situada al final del espigón de la escalera del campanario nuevo, que sirve para aguantar la cubierta de esta, y la otra es utilizada para el dintel de la puerta principal del campanario.[62]

El 23 de mayo de 1383 aparece en obra, trabaja desde el 15 de julio de 1368, el cantero Pere Ramon con un aprendiz para trabajar cuatro días.[63] Este cantero sera el encargado de realizar la clave de bóveda de la capilla del campanario,[64] a pesar que Pere de Coma continua trabajando regularmente. El 6 de julio de 1383 se paga la primera clave de bóveda del campanario comprada hacía tiempo.[65] El 5 de agosto de 1383 se transporta la clave desde la cantera a pie de obra.[66] El 6 de octubre el maestro, ahora citado asi, Pere Ramon empieza a «floregar» la bóveda de la capilla bajo el campanario.[67] El esbozo de los angeles que aparecen en la clave la realiza el pintor Guillem Borrassa I por 3 florines.[68] La clave estaria acabada el 27 de octubre de 1383 tal como aparece en el siguiente registro: «Item a XXVII del dit mes esplague la clau e foy en P[ere] R[amon]. aquesta setmana II dies . . . VIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 89). El pago conforme la clave esta acabada es de 13 de enero de 1384 y dice: « Ffo covengut de voluntat del honrat capitol en lo qual consentiment foren presens micer Nicolau Siffre vicari, Arnau Citgar capelan, Arnau Busquets, Berthomeu Ribots magor de dies Nicolau de Bosquets sacristan magor entre mi Bonanat des Pont, obrer de Sent Feliu e en P[ere] R[amon] padrer que el degues fer aquela part de la volte del cloquer un esta la clau magor a ses messions exceptat péres e calç e fuste et clavao e que de ses mans el agues a fer la volte complide e resade. E aço fo fet l.ayn de nostre senyor MCCCLXXXIII a XIII dies del mes de vuytubri per tres pagues LXX libras de Barchinonesesa axi com pus larguement se contenen per capitoli en dues lenques de paper ho mig fuyls dels quals el hac translat e yo men retangui laltre. Item a XIII de janer de MCCCLXXXIIII lo dit P[ere] R[amon] hac fet compliment a le dite volte de tot ço que fer hi devie axi que el ha promes de fer en la dite obre sus alt al cloquer ultre ço que no devie fer segons los capitols una setmane ab sos macips Perque yo dit Bonanat obrer l.ayn demont dit de MCCCLXXXIIII done e pague al dit P[ere] R[amon]. XXII del mes de janer present en P. Comes maestre maior e totem los capitols entre el e mi fets . . . LXX ll.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 90v).

Una vez colocada la clave de la capilla las obras del campanario continuan ejecutandose la paret y realizando la segunda bóveda del «cloquer».[69] El 20 de abril de 1384 empiezan a llegar a obra piedra para realizar el pavimento [70] lo que nos indica que se esta acabando el segundo cuerpo del campanario. En el año 1385 se realizan obras de fortificación que afectaran al campanario y a la iglesia.[71] El 25 de febrero continuan las obras en la segunda bóveda.[72] Esta bóveda se apuntalara el ultimo dia del mes de febrero

ya que se compran a Pin tres dozenas de berns.[73] El 6 de marzo del mismo año se realiza el muro y se coloca el relleno.[74]

El 9 de enero del año 1385, a instancias de los mandos militares de la ciudad de Girona, Pere de Coma trabaja en la realización de las almenas —los libros mencionan que realiza paret— situadas sobre el campanario de la iglesia de San Félix. Nos dice que: «Item es estat a peredar en lo cloquer per fer lo demont dit empits en P. Comes maestre maior de la dite obre per IIII dies a raon de IIII sous per die monte . . . XVI s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXI). Este año el maestro de obra cambiara de aprendiz ya que aparece citado en los registros de principios de este año.[75]

Hasta el 20 de mayo de 1385 no aparece un registro para ejecutar cimbras y apuntalar las existentes.[76] Este hecho nos indica que se estan preparando los medios auxiliares necesarios para realizar arcos y bóvedas. Simultàniamente se trabaja en la cantera y se transporta material a obra. El 27 de junio parece que se acabaria esta bóveda ya que: «Item hi es estat en Pere Basse per VI dies quant cluim la volte a raon de IIII sous per die . . . I l. IIII s.» (ADG. Obra, 1365–1391(ingresos), f. XXVIIII). Que se estan realizando trabajos en la bóveda lo confima el registro del mismo dia referido a las piezas de esta.[77]

El 1386 continuan las obras del campanario[78] y el 1388 se coloca una nueva bastida a medida que el campanario gana en altura.[79] La actividad en el mes de abril y mayo es continuada trabajando muchos operarios. Se estaría realizando ya la cubrición del segundo nivel del campanario ya que el macip de Pere de Coma, G. Padron[80] esta escalabornant piedras para este la semana del 16 de mayo.[81]

En el mes de abril de 1389 se procede a la ejecución del pavimento de la bóveda.[82] El 26 de agosto aun se esta realizando el pavimento ya que se paga a Pere Basa 4 solidos y 8 dineros por cana.[83] El mes de septiembre ya se coloca el relleno de la bóveda[84] y el mes de octubre se ejecuta el pavimento. Es en este momento que se retira el «argue» encargado de elevar materiales.

Conclusiones

A pesar de la larga duración de la construcción de la iglesia de San Félix que nos permiten reseguir los libros de obra (1349–1391) solo encontramos dos maestros de obra dirigiendo su construcción. Pere de Capmagre se encargara de la dirección de la capilla de Vendrell en el año 1349 y desaparecera de la obra mientras que Pere de Coma dirigira la construcción del campanario gótico des de 1368 hasta 1391. En el largo período existente entre 1350 y 1368, momento en que se ejecuta el claustro 1357–1360, la dirección d'obra passa a manos de una serie de maestros canteros. Mientras se ejecuta la capilla bajo el campanario el maestro continua siendo Pere de Coma aunque Pere Ramon, maestro cantero, se encargue de realizar la clave de la bóveda.

Los dos maestros de obra se encuentran acompañados por aprendices. En el caso de Pere de Coma, del que tenemos más información, va cambiando de aprendiz a medida que estos cambian de categoría y pasan a convertirse en peones. Mientras son aprendices el maestro cobra por su trabajo y no queda constancia si todo el salario es pagado al aprendiz o el maestro se queda una parte para su manutención.

Las ausencias del maestro, igual que del resto de operarios, siempre queda justificada. En el caso del maestro, Pere de Coma, en el contrato se estipula cuando y cuanto se puede ausentar de la obra. Evidentemente, la climatología y las guerras, hacen que se produzcan interrupciones durante la ejecución de las obras. El salario queda perfectamente claro y a diferencia de la resta de trabajadores el maestro cobrara una pensión anual fija.

Notas

1. En los libros de obra encontramos citadas la traza del campanario gótico y la traza de la capilla de Nuestra Señora de los Angeles situada bajo este campanario.
2. Dos ejemplos los tenemos en dos registros contables de enero y diciembre de 1387 donde el maestro compra unos robles y unos olmos (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXXVv i f. XXXX).
3. «L'architecte lui- même doit consacrer un temps plus long qu'autrefois à l'élaboration du projet. Grâce à son savoir en géometrie, il doit aussi maitiser l'art du dessin et de la représentation géométrale» (Recht ed. 1989, 24). Cita al aparejador como intermediario entre el que concibe (arquitecto) y los trabajadores. Esta figura no aparece en el caso de la iglesia de San Félix de Girona.
4. Recordemos que hasta el sigle XI, tal com queda recogido – a través del analisis de los diferentes historiado-

res que estudian la iglesia de San Félix de Girona los cabildos de los dos templos formavan un único cabildo. (Chamorro 2004, cap.1).

5. ADG. Obra, 1349 (gastos), f.2.
6. Lo encontramos documentado como maestro de obra de la de la Catedral de Girona en el período 1326–1360 (Victor 2002, 57 y Freixas 1989, 17–19).
7. «Item pege al dit P. de Capmagre per le ymagen que feu part son loger demunt scrit car a noltre_menere no uolie fer le dite ymagen doneli . . . X s.» (ADG. Obra, 1349 (gastos), f.7v).
8. «Item solvi P. Campmagre magistro operis sedis qui desudavit pleies in dictis claustris ordinandis de voluntate capituli . . . XX s.» (ADG. Obra, 1355–1365 (gastos), f.XV).
9. A este maestro de obra lo citaremos siempre de la misma forma a pesar de que en los libros de obra aparece citado indistintamente como Pere Sacoma, Pere Çacoma, Pere de Cumba i Pere de Comes.
10. A modo de ejemplo extraeremos un fragmento de un registro del 13 de mayo de 1388 donde: «Item a XIII del dit mes mosen P. Carrera vicari de mossenyor bisbe mes e posa estimadors ço es en P. Comes maestre mayor de la seu e en Francesc de Peradalte obrer e beneficiat de la dite seu. En les peres qui foren . . . » (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXXXV).
11. No siempre aparece citado como maestro mayor en los libros de obra ya que muchas veces no se cita el segundo calificativo. Una excepción la encontramos en el mes de marzo de 1379 donde: «Item die sabbati XXX die marcii fuit in dicta opere a peradar P. Çacoma magister maior una die tantum similiter ipsa die sabbati . . . IIII (s.)» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XLVIv).
12. Para más información vease Guilleré 1993, 229.
13. Marquès 1984, 26-27. pp. 19–28.
14. «En nom de deu e de madona sancta yo Dalmau Corona obrer de sent Feliu de Gerona de volentat e de conseyll del capitol et de molts ciutadans comence de obrar e de fer lo cloquer per la dita esgleya dilus a III de juliol de MCCCLXVIII» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XVII).
15. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XVII.
16. «Item pague lo dia desus dit a.na Rigaula femina qui ibi fuit in dicta septimana per VI dies precio XII diners pro die . . . VI s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XVIII).
17. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XX.
18. Dejamos de lado el conservado por la catedral de Tortosa del año 1345 ya que no se llego a ejecutar.
19. «Paries foraneus verssus circium habet IX palmos in latitudine. De dicto pariete ab intus, usque ad pilarium archus exclussive, sunt III channe et duo palmi et due partes unius palmi, factis inde tribus partibus. Item habet pilarium archus de latitudine IX palmos et medium. Item habet navis maior ecclesie de latitudine, exclusis parietibus pilariorium, quinque channas et VII palmos de tou. Ha de I pilar a l.altre, ço és, diús l.arch, de tou, IIII canas e miga.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), s.f.).
20. Ho podem veure en una despesa de l'any 1385 on: «Item a VI del mes de may compre ab lo maestre mayor per II dies que es estat a le obre del cloquer aqueste setmane pessade a raon de IIII sous . . . VIII s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXVI).
21. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.42v. En este caso se le adelantan 50 solidos.
22. Almuní, 1991, 113.
23. «Item hi fo Arnau Çaplana padrer per apereylar et picar VII dies a rao de III sous . . . XXI s. » (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXXIIII).
24. Si buscamos el significado de la palabra en el diccionario encontramos las siguientes acepciones: sirviente, aprendiz d'un oficio y «bastaix». Nos inclinamos por la segunda ya que tiene mucho sentido que el maestro tenga un aprendiz. Además tiene un sueldo hecho que para el sirviente no seria verosímil.
25. «Item li pague per le seu macip per los dits VI dies a rao de II sous per dia qui picava . . . XII s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XVIIv).
26. «Item lo seu macip noy fo que al pont pica tota la setmana» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXIXv). Como vemos no aparece gasto ya que al estar ausente no cobrava.
27. «Item Guillelmono mancipio magistri que fuit per unam diem . . . III s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXXVII).
28. «Item solvi VIII die aprilis die dominica in albis Guillelmo de Mieriis seniori qui fuit in dicta opere abrocar in septimana pasche per III dies . . . XI s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f.XXXVII).
29. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XXXVI.
30. ADG. Obra, 1349 (gastos), f. 3.
31. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 22.
32. ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XXXIX.
33. «Item incepi operari in cloquerio similiter ad ponendum lapides die lune XVI die julii. Et fuit in ipsa septimana que fuit finita die dominica XXII die julii Petrus Coma magister major per VI dies . . . XXIII» (ADG. Obra, 1365–1391 (gastos), f. XL).
34. «Item diluns a XIIII d.agost e tota la setmana en la quel ac V dies feanes foren a lesgleya Iohan Roura e Berengario Parer manobres per puyar les peres als coredos e ejustar les peres de l.alberch de Berengario Ferrer costaren los V dies a rahon de III sous per jorn . . . I l. X s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 4v).
35. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 4v.
36. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 5.
37. «Item diluns a XXV de satembre foren a la obre los

dits II mestres e III manobres per splegar de desfer les clastres e tencar lo carner den Vandrel e aquels clastres qui son ves mig jorn la I mestre els menobres hi foren V jorns l.altre mestre IIII jorns monta al fer damont dit . . . IIII l. I s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 5v).
38. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 20.
39. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 5v.
40. «Item a VII de de deembre fo a lesgleya en Feran fuster III jorns per tapar la portela qui era romase oberta del portal de çers e fer bastresques al pont qui es emtre l.asgleya e lo mur vey e esplegar la una de les verdesquas damont dites qui no era esplegade monta a rahon de III sous VI diners per jorn . . . X s. VI d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 7).
41. «Item solvi Petro de Cumbis magistro operis dicte ecclesie pro modum seguent et per diversas solutiones VII libras sibi debites tam pro tempore quo Ffrancisco de Cursu fuit operarius quem pro tempore quo ego fui operarius a V[ta] die madii usque anno LXXV usque ad XXII diem nouembris anni LXXVI prout in presenti libro ligidum in videre primo vilet recepit pro me nomine operis de preses unum florenum. Item recepit de quodam poste vedito pro ipsium operi sedis ad opus de mollis VIII solidi. Item recepit plus a Raymundo Spinalp subcapellano pro michi et nomine meo XXXI solidi. Item solvi ego sibi numerando heom apocham de VII libras in forma . . . XC s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.20v).
42. «Item a IIII de mag del ayn de MCCCLXXVII comença apereyar los entaulaments et sargaments de la capela del cloquer nou et começa.y a esser an Ffrancesch Caçan padrer qui primerament hi fo per V dies continuis a rahon de III sous VI diners per jorn los quals li pague disapta a IX dies del dit mes . . . XVII s. VI d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 22).
43. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 29v.
44. «Pere Comes maestre maior per tots los V dies e per II dies de la setmana passade e pre per die IIII solidos . . . XXVIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.35v.
45. «Item P. Riera son macip per tots los V dies . . . XII s. VI (d.)» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.35v).
46. «Item compre den P. Pont fuster tagel per fer lo bastiment sobre lo primer bastiment per pugar altere IX peras e costaren . . . VIII d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 39v).
47. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 42v.
48. «Item pague a III dies de febrer an Berengario Axolin padrerr qui li heren deguts V jorns que havia obrat en la obra del dit cloquer e feu dels formarets de la capela a rahon de III sous e X diners montan . . . XIX s. II d.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 48v).
49. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 51v.
50. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 52.
51. «Item pague lo dit die an Iohan Lor ferrer per IIII rexes de fferra pensans LXIII libras les quals feu a opus de les vadrieres de la capela del cloquer . . . LXIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 54).
52. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 60.
53. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 62v.
54. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 64.
55. «Item pague al dit mestre per en Ffrancesch Lapart fuster per VI jorns . . . XVIII s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f.53).
56. «Item compre lo dit die an Julian cauciner de Gerona que li devia de compta vey per rahon de dues peres quen preses a opus del caragoll de les quals sa feu de la una la colona qui ten les cubertes dels dit caragoll e de la altra lo limdar cort de la porta sobirana del dit caragoll constaran . . . V s.» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 79).
57. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 66.
58. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 67v.
59. «Item pague lo dit die an Vilarnau fuster qui here estat a la dita obra per obrar les encendries del dit cloquer ab I seu macip a rahon de VI sous per jorn enfren.dos . . . XXX s.» (ADG. Obra, 1374 – 1384 (gastos), f. 70).
60. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 75.
61. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 77v.
62. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 79.
63. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 84v.
64. Vease ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 90v donde aparece el compromiso entre el cabildo de San Félix de Girona y al maestro Pere Ramon para realizar esta clave de bóveda por el precio de 70 libras barcelonesas en contrato firmado el día 13 de octubre de 1383.
65. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 86.
66. «Item a V de agost agui VIII traginers de Serrian per portar la clau de la padrera per la volte de la capela e prenien per die quescun V sous e ultra per beura II sous e IIII [diners] et VI sous XX [diners] quels devie del temps den Francesc Corone e per XX viatges que faeren de aquests dies . . . II ll. XII s. VI (d.)» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 87v).
67. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 88v.
68. «Item he dat an G. Borraçan qui ha formades les figures dels angels als demont dits padres e es hi estat moltes repalades e molts dies a conexença del maestre mayor . . . III fl.» ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 88v.
69. «Item a III dies del mes de decembre fiu vanir per I carrater quey.c avie vangut de Proença V canes de la volte demont del cloquer de queles G. Boffil fa, e costave per cane VIII diners monte . . . III s. IIII» (ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 89v).
70. ADG. Obra, 1374–1384 (gastos), f. 92.
71. «Primerament a IX del mes de janer del dit ayn començe a obrar en lo cloquer per tal com les companyies eren entrades en lo comptat d.Empuries. E fo ordenat que faessem empits sus alt en lo cloquer per deffensar

l.esgleya e la porte de ponent. E fiu aportar XVIII somades de calç den Lorenç calciner a raon de X diners la cortera e au[i]e en le somade IIII corteras; monte. Item fiu I pont de loc a le torre de Sobreporte e fo.y en Berengarius Serra, e son macip I die que fo.y en Berenguer Serra e son macip .I. die quiscun, prenien entrandos . . . VII s.» (ADG. Obra, 1365–1391(ingresos), f. XXI).
72. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXIII.
73. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXIIIv.
74. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXIIIIv.
75. «Item hi es estat sen Bernat son macip per III dies a raon de II sous per die VI diners monte . . . VII s. VI (d.)» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXI).
76. «Item hi es estat den Narcis Serre per fer cendries e apontelar les altres en feu una maçe II dies ... VI s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXVII).
77. «Item he preses d.en P(ere) Basse padrer XIX canes de pere de la volte car en G(uillem) Boffil qui men devie fer compliment a C canes se.n era anat a le ost e falien meu e deu ne aver per cane IIII sous paguel a XIIII de vuytubri de LXXXV . . . III ll. XVI s.» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXVIIII).
78. «Item a XXII de agost del ayn demont dit endreçe lo bastiment per puyar lo reble qui ere devant lo cloquer e compre d.en Gordey alies Tortosin tender dues dotzenes de tronyeles e costaren . . . VIII s.» (ADG. Obra,1365–1391 (ingresos) f. XXXV).
79. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXXXIv.
80. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f.XXXXVI.
81. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXXXVv.
82. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXXXVIII.
83. ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXXXVIIII.
84. «Item aquel die matex (22 de setembre) pague an Iohan Roque manobre per XXIII migeres de crespey gros de teules a rahonde X diners per migere e le migeres de CI cortera de crespey prim de teule a rahon de III sous et VI diners per migera hac ne entre tot . . . XXXVI s. VIII» (ADG. Obra, 1365–1391 (ingresos), f. XXXXVIIIIv).

Lista de referencias

ADG. Archivo Diocesano de Girona.

Almuní, V. Mª. 1991. *L'Obra de la Seu de Tortosa 1345-1441*. Tortosa: Editorial Cooperativa Gràfica Dertosense, Publicacions de l'Institut d'Estudis Dertosenses.

Chamorro, M. A. 2004. «La construcció de l'església de Sant Feliu de Girona al segle XIV. Els llibres d'obra», director de la tesis J.M. Nolla. Girona: Universitat de Girona. Departamento de Geografia, Història y Història del Arte (inédita).

Guilleré, Ch. 1993. *Girona al segle XIV. Vol. I*. Girona: Ayuntamiento de Girona.

Marqués, J. 1984. «Noves dades sobre el palau episcopal de Girona». *Revista de Girona*. Núm. 106. Girona.

Recht, R. ed. 1989. *Les Bâtisseurs des cathédrales gothiques*. Editions des Musées de la ville de Strasbourg. Strasbourg.

Victor, S. 2002. «La construction et les metiers de la construction a Gerone au XVe siecle», director de la tesis Ch. Guilleré. Chambéry: Universitat de Savoie. Département d'Histoire (inédita).

Estudio histórico-arquitectónico del monasterio de Santa María de Valdeiglesias (Madrid)

Inés Díaz
Alberto Garín
Lorena Lemus

El monasterio cisterciense de Santa María de Valdeiglesias se localiza en el término municipal de Pelayos de la Presa, al suroeste de la Comunidad Autónoma de Madrid. A pesar de los notables restos conservados y su relativa cercanía a la capital, no es un monumento muy conocido fuera del mundo de los especialistas de la restauración y de la historia del arte y aún para éstos presenta no pocas dudas.

Recientemente, el monasterio ha vivido dos eventos que le han dado un cierto protagonismo: por un lado, su anterior propietario, el arquitecto García Benito, hizo entrega del conjunto al ayuntamiento de Pelayos, para uso y disfrute de sus habitantes. Por otro lado, la maestría de restauración arquitectónica del año 2004 del Instituto Juan de Herrera utilizó este edificio para las prácticas de sus estudiantes.

Pero por encima de esas prácticas de los futuros restauradores o los disfrutes culturales del público, la importancia de un conjunto como el de Valdeiglesias, la importancia de cualquier resto del pasado, es su valor como sustento de nuestra memoria.

De ahí que resulte pertinente, en un foro como éste, recordar una vez más lo que para todos es evidente y, acaso, por ello, a veces olvidamos. En nuestra especialidad si bien el objeto de estudio es la construcción, el valor de la misma radica sólo en cuanto tiene pasado, posee historia, una historia que hemos de recuperar, entender y transmitir.

Este estudio trata sobre la historia del monasterio de Santa María de Valdeiglesias, trazando la evolución sufrida por el edificio a lo largo de su existencia y aportando, en la medida de nuestras posibilidades, los criterios esenciales que permitan abordar una restauración respetuosa y una revitalización enriquecedora.

Todo estudio de un acontecimiento del pasado debe apoyarse sobre una serie de fuentes históricas, que en nuestro caso son tanto los documentos escritos conservados, como el monumento en sí, fuentes cuya principal característica es el hecho de que puedan ser verificables. La necesidad de las fuentes, sin embargo, no debe hacernos caer en la idolatría a las mismas, aceptándolas como verdad absoluta, sino que hemos de mantener un debate abierto y permanente con ellas. Tanto los documentos escritos como la ruina exigen un análisis crítico.

Para realizar dicho análisis crítico hay que huir no sólo de las falsedades, sino también de ciertas generalizaciones peligrosas, como el intento de ajustar la traza del monasterio a una supuesta planta modelo cisterciense, que, si bien podía existir, siempre estaría matizada por las circunstancias locales. Igualmente, ha de evitarse el uso abusivo de ciertas categorías históricas, como hablar de arquitectura mozárabe (sin aportar fundamentos) o de estilo mudéjar (todo lo más, motivos decorativos) en Valdeiglesias.

Descripción del monasterio

El monasterio de Valdeiglesias se haya enclavado sobre un altozano de pendiente relativamente pronun-

ciada, en el lado norte del pequeño arroyo de la Presa. El monasterio es un rectángulo irregular conformado por tres sectores claramente diferenciados:

- la iglesia situada al norte, de planta de cruz latina, con una cabecera triple, transepto y una única nave.
- el claustro cerrado del sur, de planta romboidal y con sus crujías divididas en diferentes dependencias, entre las que destacan la sala capitular, en la crujía este, y la cocina y el refectorio en la sur.
- el claustro oeste, en forma de ele y abierto, con la hospedería en su crujía sur, rematada por una torre campanario.

De estos tres sectores, el mejor conservado es el claustro oeste, donde instaló su residencia García Benito. La iglesia ha perdido la mayor parte de sus cubiertas, mientras que en el claustro cerrado ha desaparecido la totalidad de los niveles superiores, así como casi todas las cubiertas y los muros interiores del nivel inferior.

Evolución histórica del monasterio

El origen del monasterio de Valdeiglesias se haya inmerso en ciertas tradiciones que hablan de un pasado hispanogodo (*Manuscrito* 1650), si bien las primeras referencias al mismo no aparecen hasta mediados del siglo XII cuando Alfonso VII concedió un privilegio para la fundación de un monasterio benedictino en el valle de las Iglesias (*Tumbo* 1644: 2).

Este topónimo parece referirse a una larga docena de ermitas que se desparramaban por la zona y cuyos habitantes habían de ser reagrupados en el nuevo monasterio. El origen de estas ermitas puede situarse en el empeño por la repoblación de la zona tras la conquista de Toledo a finales del siglo XI. El uso de comunidades religiosas con esa finalidad era práctica habitual en los reinos cristianos (González 1975). El privilegio de Alfonso VII acaso invitara a agrupar a los hasta entonces desperdigados ermitaños, aunque no se hace referencia a éstos, ni a ese empeño por reagruparlos.

De modo que no será hasta fines del siglo XII, ya en tiempos de Alfonso VIII, cuando se pueda hablar del comienzo de la construcción del monasterio. Hacia 1178, la orden cisterciense es la encargada de edificar la nueva abadía (González 1960, I: 517), para cuyo mantenimiento se le entregarán numerosas propiedades a lo largo de la primera mitad del siglo XIII. Estas propiedades habrían de permitir la existencia del cenobio, pero también fueron la causa de no pocos pleitos con los habitantes del valle e, incluso, con algunos nobles personajes, como Álvaro de Luna, ya en la primera mitad del siglo XV (Foronda 1902).

A finales de este siglo XV, gracias al impulso reformador propiciado por los Reyes Católicos, Valdeiglesias va a mejorar su situación (Yáñez 1978: 589), una mejora que habrá de mantenerse a lo largo de los siglos XVI y XVII, como demuestra el aumento del número de monjes y el propio crecimiento del edificio. Esto no habría de evitar que la ley de desamortización impulsada por Mendizábal, a partir de 1834, acabara con la abadía, entrando en el proceso de ruina que sigue avanzando hoy.

En 1968, la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando incoó el expediente para la declaración del monasterio como monumento (Conde de Yebes 1968), siendo declarado en 1984 bien de interés cultural con carácter nacional (Real Decreto 3901, BOE nº 38, de 14 de febrero).

Fuentes y estudios sobre Valdeiglesias

Las fuentes escritas conservadas sobre Santa María de Valdeiglesias son muy escasas y de desigual valor. A los privilegios reales y sus confirmaciones de tiempos medievales, podemos añadir varios documentos de los siglos XVI al XVIII, que, por su propia modernidad, resultan poco clarificadores sobre los primeros tiempos del monasterio. Destacan el Tumbo del monasterio y la Crónica de fray Bernardo de Sandoval, ambas de mediados del siglo XVII y que informan con bastante rigor sobre la historia del monumento desde mediados del siglo XVI hasta los años de redacción de documentos, al final del gran periodo de ampliación del edificio.

A partir de estas escasas fuentes, curiosamente los estudios sobre Valdeiglesias, o, al menos, las referencias, han sido numerosos, si bien es cierto que no con la profundidad que exigía el edificio conservado. Los cronistas de la historia benedictina ya hablaban de esta abadía (Yepes 1617, Manrique 1642), como

lo harán los diferentes autores de catastros, diccionarios geográficos, itinerarios de excursiones y catálogos histórico-artísticos de fines del siglo XVIII, todo el XIX y buena parte del XX (Ponz 1788, Madoz 1845, Pérez Regio 1918, Rodríguez Marín 1921, Sainz de Robles 1966, Azcárate 1970, Brandis 1980). Por lo general son referencias escasas, descripciones del estado del momento, a las que se acompañan breves reseñas históricas, la mayor parte de las veces copiándose unos a otros.

A decir verdad, los primeros estudios históricos con algo de enjundia han sido relativamente recientes. Bien es cierto que ya Foronda (1902) mostró su interés por Valdeiglesias, aunque de forma colateral, pues el objeto de sus pesquisas era don Álvaro de Luna. Pero no fue sino hasta finales de los años 70, con el trabajo del padre Yáñez (1978), cuando los historiadores comenzaron a centrar su atención en el abadengo medieval de Valdeiglesias y sus vicisitudes. En esta línea hallamos los trabajos de Corella (1982) y Rodríguez-Martín (1986), hasta llegar a la tesis doctoral de Tejela (1990), en verdad el primer estudio amplio sobre el monasterio de Santa María de Valdeiglesias. A esta tesis, habríamos de añadir la publicación de García Benito (2002) y las memorias de la maestría de restauración concluida en julio del 2004.

De todo este magma de estudios, llama la atención la repetición sistemática de ciertas ideas sobre el edificio sin entrar en una crítica rigurosa del mismo, algo que, realmente, sólo se propuso Tejela, y en cuya línea de trabajo nosotros queremos profundizar.

Metodología de la investigación

Para realizar este estudio sobre la historia arquitectónica del monasterio de Valdeiglesias comenzamos por recuperar toda (o, al menos, la mayor parte) de la bibliografía relacionada con esta abadía. Dicho trabajo nos hizo saber cuáles eran los documentos originales conocidos, que fueron completados con aquellos localizados durante la realización de la maestría.

El análisis de estos documentos y esta bibliografía permitió establecer una primera cronología que sometimos al análisis derivado de la observación del monumento.

Para ello, se efectuaron varias visitas durante la duración de la maestría de la restauración, se hizo un levantamiento general del edificio y se tomaron algunos centenares de fotos.

Reunido todo este material, organizamos el trabajo siguiendo el esquema de investigación habitual en los estudios históricos arquitectónicos:

- dividimos el monasterio en zonas que no habían de responder a una realidad constructiva precisa, sino a cuestiones prácticas.
- al interior de cada una de estas zonas, distinguimos y numeramos las diferentes unidades arquitectónicas localizables (muros, vanos, pilares, arcos, bóvedas...).
- cada unidad arquitectónica era descrita siguiendo una serie de parámetros: material, dimensiones, aparejo, elementos singulares (marcas, decoración...), estado de degradación...
- a continuación, las unidades eran agrupadas en entidades arquitectónicas de carácter cronológico-funcional. Es decir, reuníamos todas aquellas unidades que habiendo sido hechas al mismo tiempo, cumplían una misma función en su conjunto (todos los muros y vanos que conforman una habitación, los pilares, arcos y bóvedas que cierran una estancia... siempre que sean contemporáneos unos a otros).
- las entidades arquitectónicas resultantes se ordenaban formando una cronología relativa, es decir, qué iba antes y qué iba después.
- esa cronología relativa se convertía en absoluta a través del análisis fino de las fuentes: datos aportados por los documentos, determinados rasgos constructivos o decorativos . . .
- de esta manera pudimos establecer las fases constructivas sufridas por el monasterio.
- igualmente, este análisis nos permitió avanzar algunas hipótesis sobre el uso que se dieron a las diferentes estancias y que pudieron evolucionar con el tiempo.

Curiosamente, buena parte de estas observaciones las realizamos al concluir la maestría, cuando la visión sosegada del historiador se impuso a la premura del diseñador de restauraciones. Acaso esa fue una de las lecciones más jugosas que aprendimos de la maestría: enfrentarse al pasado exige, sobre todo, una paciente dosis de tiempo.

La cronología de la construcción

La construcción del monasterio de Santa María de Valdeiglesias puede ser dividida en seis grandes fases, con varias etapas algunas de ellas, extendiendo su historia desde el siglo XII, con la repoblación de Valdeiglesias mediante monjes ermitaños, hasta las últimas reformas del siglo XVIII. Una séptima fase correspondería a las labores de restauración actuales.

La primera fase pertenece, en realidad, a un momento anterior al propio monasterio, pero que había de marcar el desarrollo de éste. En esta primera fase, en algún momento de finales del siglo XI o comienzos del XII, se habían de levantar las ermitas que dieron nombre a Valdeiglesias, algunas de las cuales aún son descritas en el siglo XVII (*Manuscrito* 1650). En torno a una de estas ermitas, la de la Santa Cruz, habría de erigirse el cenobio algunas décadas más tarde.

Actualmente no quedan vestigios de esta fase, pero sería interesante plantear una excavación arqueológica que permitiera avalar o desmentir nuestra teoría, que exponemos a continuación, sobre la traza del monasterio.

La segunda fase de la construcción se desarrolló en, al menos, dos etapas.

En la primera etapa (fig. 1), con la llegada de los cistercienses, se comenzó la construcción de la iglesia, edificándose su cabecera. Levantado el presbiterio, el monasterio habría de trazarse entre éste y la ermita de la Santa Cruz, situada al sur del mismo. Seguida a esta ermita, se hallaba la cocina. Es probable que la parte baja de la gran chimenea fuera construida en esta fase segunda, como parece denunciar la singular talla de sus dinteles. A continuación, siguiendo la crujía sur, había de edificarse una sala que se identifica con el primitivo refectorio y de la que se conservan dos arcos de medio punto.

Si la cabecera de la iglesia marca el ángulo noroeste del monasterio, la pareja ermita-refectorio había de señalar el extremo sur del mismo. Sólo faltaba indicar el ángulo nordeste para cerrar el conjunto. Esta función la cumpliría la pequeña habitación de cúpula octogonal que ha sido denominada capilla mozárabe y que consideramos que era la portería del cenobio.

Esta primera etapa, y así se refleja en los restos conservados tanto de la cabecera, como del viejo refectorio o de la portería, estaría caracterizada por el uso de la piedra, con una talla muy regular, y la utilización de elementos propios del románico. Entre estos elementos tenemos el grosor de los muros, los arcos de medio punto, los vanos de estrechas dimensiones, los capiteles historiados o los canecillos bajo las cornisas de los ábsides. La parquedad decorativa refleja el espíritu cisterciense de los monjes recién llegados, aunque resulta difícil catalogar a esta parte con el adjetivo de arquitectura de esta orden.

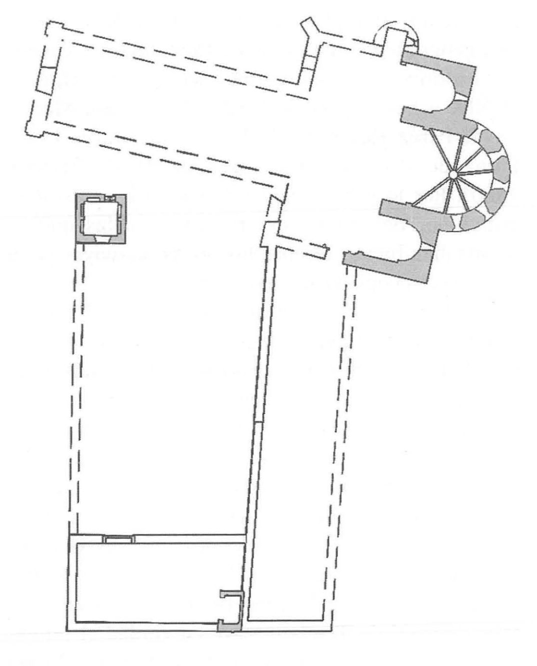


Figura 1
2ª fase, 1ª etapa

La segunda etapa de la primera fase (fig. 2) está marcada por un cambio radical en el modo constructivo que, acaso, denuncia una disminución de los recursos para la obra.

Es probable que esa parquedad financiera hiciera que el espacio dedicado al monasterio se cerrará con cierta brusquedad, limitándose a levantar un muro que uniera la cabecera de la iglesia con la zona de la ermita-refectorio, un muro inclinado con relación a ambos ejes y que había de dar la forma de romboide que dominó al claustro posterior. En efecto, a partir de este muro, como veremos, se trazarán tanto las crujías, como los corredores levantados en dirección norte-sur. Por su parte, el eje establecido en el con-

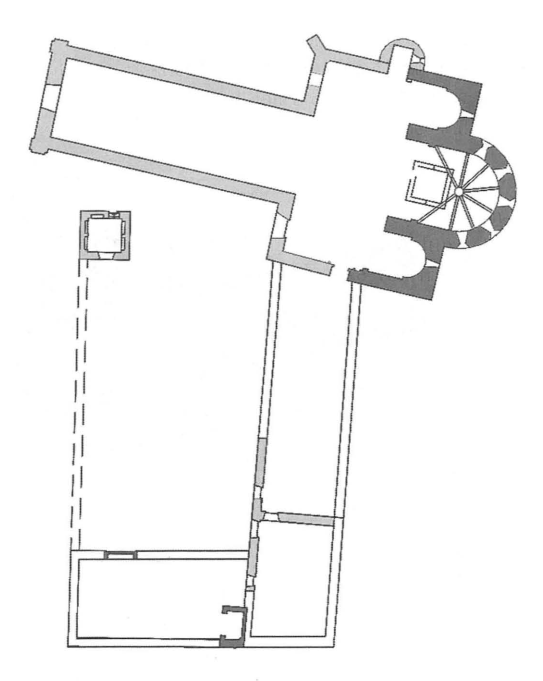


Figura 2
2ª fase, 2ª etapa, y 3ª fase

junto ermita-refectorio había de organizar las estructuras levantadas en la dirección este-oeste. De esta forma, la iglesia había de quedar ladeada respecto al resto de la construcción. Resulta evidente que este fenómeno se anunciaba desde el principio de la obra, cuando el eje principal de la iglesia no era paralelo al del refectorio, probablemente por la topografía del terreno, pero ahora quedó agudizado con ese nuevo muro inclinado.

Nos atrevemos a pensar que entre el refectorio y la portería se pudo trazar otro muro que cerraba el cenobio por el oeste. De dicho muro no queda ninguna traza, pues había de ser suprimido en las ampliaciones de los siglos XV y XVI, por lo que sólo la arqueología permitiría corroborar la pertinencia de nuestra observación. A favor de ella hay que señalar que no hemos encontrado ninguna estructura más allá de este teórico muro anterior al final del siglo XV.

Durante esta segunda etapa de la segunda fase, se avanzó por el transepto de la iglesia, levantando los muros con un encofrado a base de hiladas de ladrillo rellenas de mampuesto. En el lado norte del transepto se construyó una torre perfectamente adosada, de planta semicircular y con dos ventanas que servían para iluminar la escalera que permitía el acceso, a través de una puerta situada sobre el ábside norte, al tejado de la iglesia y, probablemente, a su campanario.

El transepto estaba coronado por una hilera de canecillos escalonados de ladrillo, que fueron destruidos en una ampliación posterior. Otro detalle a retener es la puerta llamada de los muertos, abierta al oeste del transepto sur. Esta puerta, también en ladrillo, presenta al exterior un arco de herradura enmarcado por un alfiz.

Concluido el transepto, la obra prosiguió por la gran nave de la iglesia, un gigantesco cajón aparejado con el mismo encofrado de ladrillo y mampuesto y en el que se abren, a cada lado, cinco ventanas de piedra, construidas con sillares, abocinadas hacia el interior y con arcos de medio punto (fig. 3). Inicialmente, la nave tenía prevista una altura superior, en algo más de un metro, a la alcanzada por el transepto. Pero el desnivel existente entre el transepto y los pies de la iglesia (este sector más elevado que aquel) debieron empujar al maestro de obras a añadir dos niveles más de encofrados, además de la hilera de canecillos escalonados. Este recrecimiento es fácilmente discernible al observar el muro norte de la nave y puede explicar la destacada diferencia en alturas que al final se produjo entre el transepto y la nave.

Al mismo tiempo que avanzaba la obra de la iglesia, se producían algunas construcciones en el interior del convento. Amén del muro que cerraba al este, del que conservamos claros vestigios, y del teórico muro del oeste, fueron acondicionadas algunas

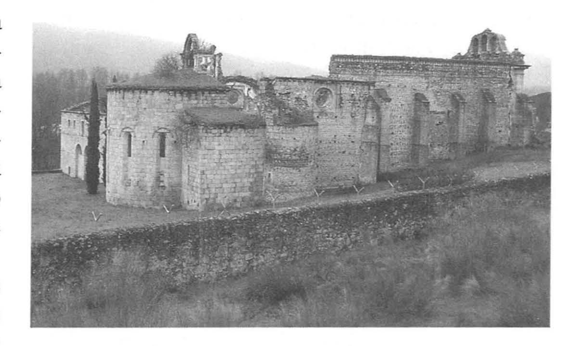


Figura 3
Fachada septentrional de la iglesia

piezas. Así la cúpula octogonal de ladrillo que cubría la portería o las tres puertas conservadas en la crujía este y que servían de acceso a la enfermería. Una fue muy modificada con posterioridad, añadiéndole un dintel y jambas de piedra, pero eso no nos impide distinguir su morfología precedente, construida en ladrillo, con un arco con alfiz rematado por un friso decorado con motivos quebrados. Las otras dos puertas, también en ladrillo, cuentan con arcos de medio punto y una de ellas está enmarcada por un alfiz.

Todos estos motivos decorativos en ladrillo nos están hablando de una cierta moda islamizante, una decoración mudéjar, que no una arquitectura de este estilo, que vino a incorporarse, durante la primera mitad del siglo XIII, al románico dominante.

Esta segunda fase se cierra a mediados del siglo XIII con el, al parecer, aparatoso incendio que sufre el monasterio hacia 1258 (*Tumbo* 1644: 11). De haberse dado, es posible que afectara, sobre todo, a las cubiertas, lo que explicaría las modificaciones sufridas por parte de éstas y que reflejamos en nuestra tercera fase constructiva.

Ésta cubre un largo periodo de tiempo, desde mediados del siglo XIII hasta finales del siglo XV, y se reduce a un par de modificaciones reseñables. La parquedad de los cambios puede deberse a un cierto estancamiento en la economía del monasterio.

Esas dos modificaciones reseñables se sitúan en la zona de la cabecera y el transepto de la iglesia. Sobre el ábside central se levantó un campanile en un estilo gótico algo primitivo. Si bien es cierto que se utilizan arcos ojivales, las molduras, cornisas y capiteles aún tienen un fuerte sabor románico.

Al mismo tiempo que se construye este campanario, se recrecen los muros del transepto, añadiendo hasta tres hileras de sillares sobre los que se sitúan una fila de canecillos, de nuevo, a modo de último coletazo románico.

Resulta difícil de precisar la datación de esta tercera fase, acaso a finales del siglo XIII.

La cuarta fase arranca casi dos siglos después, a remolque de la gran reforma monástica auspiciada por los Reyes Católicos en la última década y media del siglo XV, una reforma que exigía, entre otras cosas, la habilitación de nuevos ambientes, como las celdas individuales de los monjes, lo que requería una mayor cantidad de espacio (Yáñez 1978: 589).

En una primera etapa (fig. 4), el trabajo se centra esencialmente en la cubrición de la iglesia. Probablemente, las nuevas bóvedas de piedra vienen a sustituir a un viejo techo de madera, acaso un artesonado (no hay evidencias de otras bóvedas hasta éstas del siglo XV).

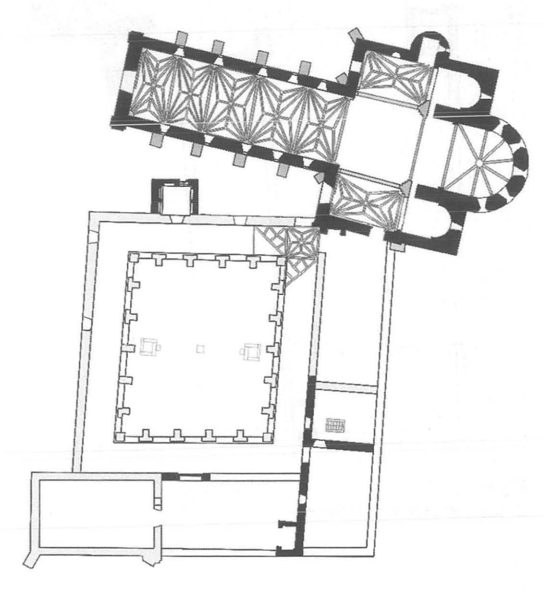


Figura 4
4ª fase, 1ª y 2ª etapas

Los trabajos comenzaron desde el transepto hacia los pies de la nave. La evolución tanto en la técnica de aparejar los arcos como en el tratamiento de sus motivos decorativos así lo indican (los baquetones centrales pierden sus capiteles, ganando en perpendicularidad).

Los pilares fueron levantados sin tener en cuenta los vanos románicos, algunos de los cuales se cegaron, y, además, fueron reforzados por contrafuertes exteriores que presentan una variación en su fábrica similar a la de los soportes interiores.

Sobre estos pilares se construyeron las bóvedas de terceletes, cinco tramos, cubriendo, los dos últimos, el coro alto, sustentado por un sotocoro de bóvedas bahidas (fig. 5).

El transepto probablemente fue cubierto por una cúpula, de la que aún se conservaban los arcos tora-

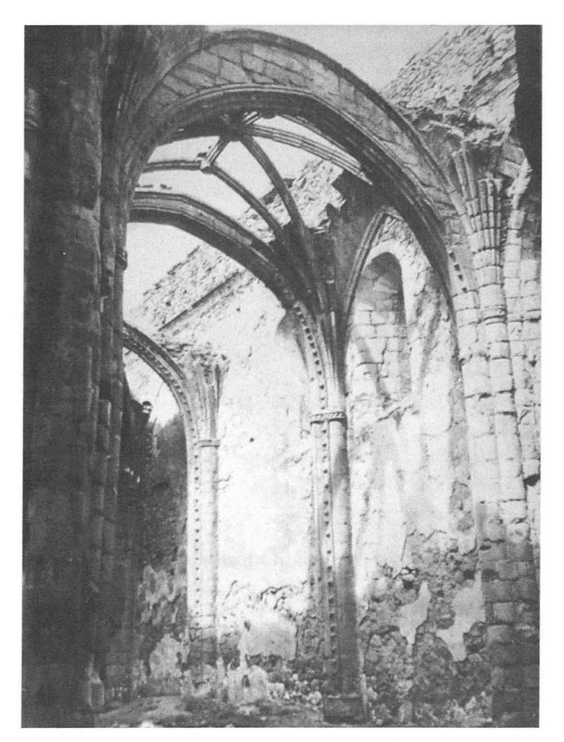


Figura 5
Interior de la iglesia (Rodríguez Marín 1921)

les en las fotos tomadas a comienzos del siglo XX. Para salvar la diferencia de alturas entre el crucero y el presbiterio, en el muro que dividía ambos se colocó un óculo de piedra. También se abrieron sendos óculos en los muros norte y sur del transepto.

Junto a la obra de la iglesia, al mismo tiempo debió construirse el nuevo refectorio, en el que se conservan dos contrafuertes muy similares a los de la iglesia. Por las fuentes sabemos que las bóvedas levantadas en este momento serán sustituidas por otras poco después (*Tumbo* 1644: 217).

La construcción de este refectorio, además, suponía rebasar los límites teóricos que habíamos señalado al monasterio medieval, en ese muro trazado entre la portería y el refectorio viejo. Curiosamente, cuando se produzca la ampliación del siglo XVI, el límite este del refectorio nuevo no encajará con ninguno de los grandes muros del edificio, lo que viene a avalar, en cierta manera, nuestra hipótesis de que fue construido antes de esta gran ampliación, así como que hasta ese momento el monasterio no había alcanzado la zona de lo que había de ser la crujía oeste del claustro.

Sin duda el rasgo más significativo de esta primera etapa de la cuarta fase son las esferas aplicadas a los pilares y los nervios de las bóvedas de la iglesia, elementos decorativos característicos del gótico isabelino de fines del XV y comienzos del XVI.

La segunda etapa de esta cuarta fase hubo de arrancar muy poco después con el diseño del claustro (fig. 6). Hasta ese momento, el monasterio contaba con un patio interno caracterizado por una superficie irregular e inclinada, como puede observarse por los diferentes niveles entre estancias. Ahora ese espacio había de homogeneizarse.

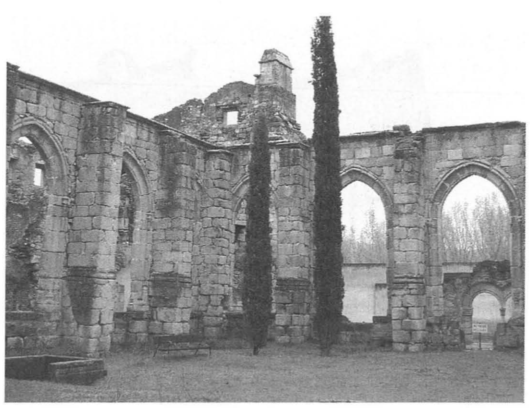


Figura 6
Claustro viejo

A partir de las crujías este y sur y mediante una serie de líneas paralelas a éstas se fueron trazando los corredores y las nuevas crujías oeste y norte. Es probable que en el caso de la crujía oeste, en principio no fuera más que un muro de cierre del claustro, sobre el que apoyar las bóvedas de los corredores.

El claustro estaba configurado por una sucesión de pilares de planta rectangular reforzados por contrafuertes exteriores que soportaban bóvedas de terceletes. Estas presentaban una talla y un aparejo más acabado que las de la iglesia. Actualmente sólo se conserva intacta una de esas bóvedas y fragmentos de otras dos en el ángulo nordeste.

Gracias al Tumbo (1644: 217) sabemos que cuando Jerónimo I es nombrado abad en 1528, la obra del claustro ya se haya prácticamente terminada (Jerónimo I se encargó del enlosado), de modo que podemos fecharla en el primer cuarto del siglo XVI, dentro de un estilo plateresco. En este mismo estilo se producirán la mayor parte de las reformas que emprenda el dicho Jerónimo I, la tercera etapa de la cuarta fase (fig. 7). Las primeras serán las bóvedas que cubren la zona de la sacristía, muy parecidas a las del claustro. A continuación, se llevarán a cabo la ampliación de la sala capitular, que creció hacia el este, superando el viejo muro románico, y la reforma definitiva del refectorio nuevo (fig. 8). En ambos casos, se construyeron arcos rebajados para sostener las bóvedas de crucería.



Figura 8
Refectorio nuevo

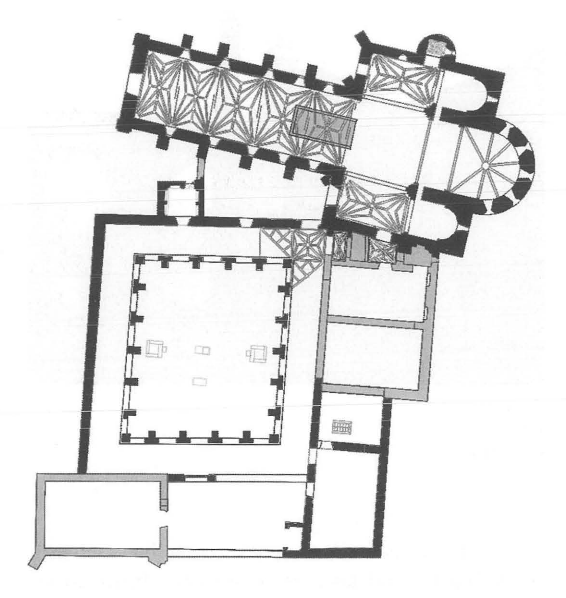


Figura 7
4ª fase, 3ª etapa

Hemos de llamar la atención sobre la composición de las cubiertas en este nivel bajo, tratando de salvar el desnivel de tal modo que el futuro piso superior pudiera presentar una perfecta continuidad en su altura.

Es bastante probable que Jerónimo I también iniciará las reformas del ángulo noroeste del claustro, en la vecindad de la vieja portería, unos trabajos que terminarían por aislar a ésta y hacerla perder su primigenia función.

Los trabajos de Jerónimo I continuaron con la erección del segundo nivel del claustro. Los restos de los corredores de este segundo nivel (hoy amontonados al exterior del monasterio), con columnas soportando zapatas de piedra sobre las que se desarrollan frisos decorados, recuerdan que nos seguimos moviendo en los mismos parámetros del plateresco que ya veíamos antes.

Sin embargo, la apuesta por los sistemas adintelados sobre los abovedados se convirtió en un rasgo distintivo de las nuevas construcciones y llama la atención que las puertas interiores dejarán de construirse con arcos para utilizar sólo el sistema de dinteles.

El inicio del segundo nivel del claustro debió realizarse por encima de la sala capitular. Esto abría un nuevo acceso al tejado de la iglesia, lo que permitió cegar la vieja torre de la escalera románica, habilitándose una pequeña capilla que fue cubierta por una bóveda de terceletes finamente labrada.

Tras el área de la sala capitular, el segundo nivel del claustro prosiguió sobre el refectorio y la cocina, hasta llegar a la zona de la enfermería, donde sólo quedaban algunos restos de la primitiva ermita de la Santa Cruz.

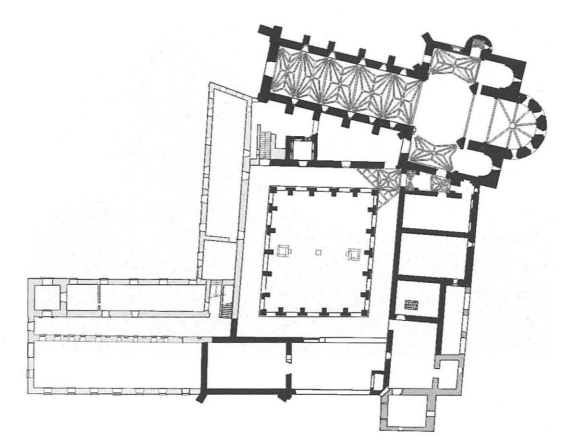
Es probable que se le puede atribuir también a Jerónimo I, ya al final de su mandato, la construcción del nivel superior de la crujía norte, una construcción

que había de oscurecer de tal manera a la vieja portería que se vieron en la necesidad de abrir la ventana que se vuelca hoy sobre el claustro.

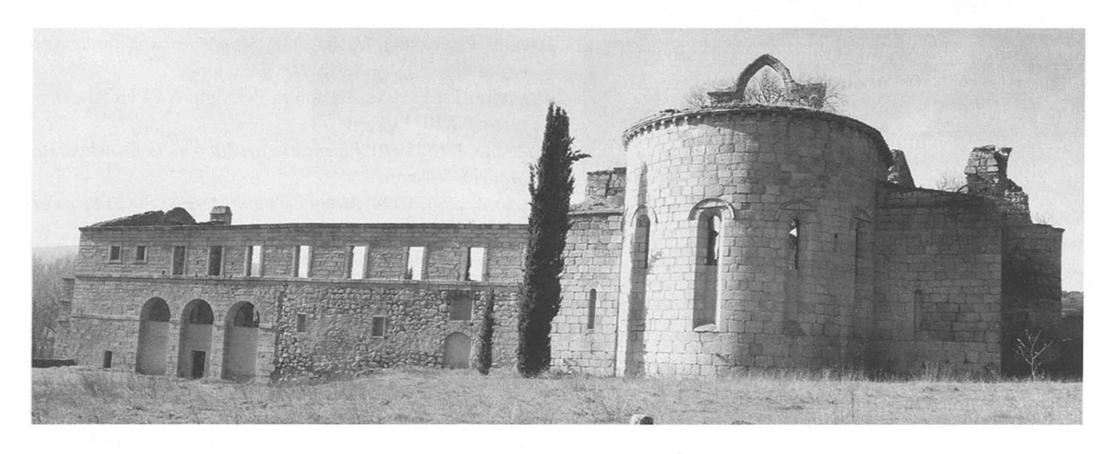
Con la retirada de Jerónimo I (1554), las obras no cesaron, pero se abrió una fase distinta en la que primaron nuevas formas estilísticas. Las diferentes variedades del tardogótico dejan paso a la corriente manierista que recorre la Península Ibérica durante la segunda mitad del siglo XVI.

Los nuevos espacios generados en una primera etapa de esta quinta fase (fig. 9) vuelven a recuperar una talla muy fina en sus aparejos y el uso de canones clásicos. Esta mayor fineza en los acabados y esta nueva proporción de los elementos nos permiten distinguir los dos añadidos colocados en las crujías este y sur, que ya habían sido comenzadas por Jerónimo I. Estos añadidos son la llamada torre del abad, cuerpo sobresaliente de la crujía sur y que se caracteriza por los tres arcos de medio punto que a modo de balcón presiden su fachada meridional, y el acceso monumental situado en la crujía este, también definido por tres grandes arcadas de medio punto (fig. 10).

Durante los abadiatos de Jerónimo II, elegido tres veces entre 1587 y 1602, prosiguieron las obras de ampliación del monasterio, en lo que constituiría la segunda etapa de la quinta fase, siempre dentro de las formas manieristas. Se terminaron entonces los dos niveles de la crujía oeste del claustro viejo y se trazó el claustro nuevo (fig. 11), situado al occidente del monasterio, incluyendo las nuevas estancias situadas al suroeste y rematadas por la torre campanario que aún se conserva hoy (*Tumbo* 1644: 218). Además, se levantó la portada del muro exterior que circunvalaba al monasterio, de claro sabor herreriano, que fue desmontada en 1960 (Gaya 1961: 278).


Figura 9
5ª fase

Los grandes trabajos emprendidos por Jerónimo II se remataron a comienzos del siglo XVII, aún dentro de las formas manieristas, cuando se concluye, en 1613 (*Escritura* 1613), la escalera que había de facilitar el acceso hacia los ambientes recién construidos.


Figura 10
Fachada este del monasterio

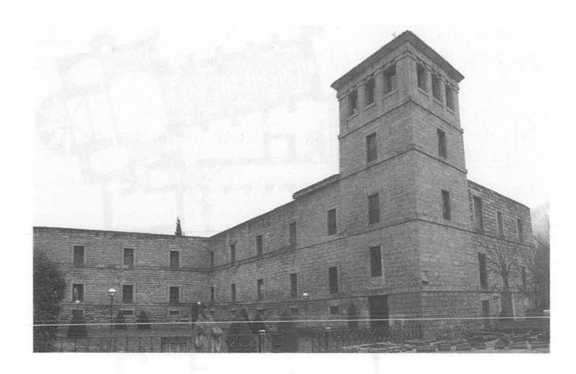


Figura 11
Claustro nuevo

Tras más de un siglo de grandes trabajos, la labor parece interrumpirse hasta finales del siglo XVII o comienzos del XVIII, cuando se efectúan las últimas obras de enriquecimiento de la abadía, en la que denominamos sexta fase. La fachada de la iglesia es sustituida por la que se contempla hoy (fig. 12) y se habilita una puerta monumental entre el transepto y la sacristía. Tanto la fachada como esta puerta se entroncan dentro de un estilo barroco moderado propio del arranque de la decimoctava centuria.

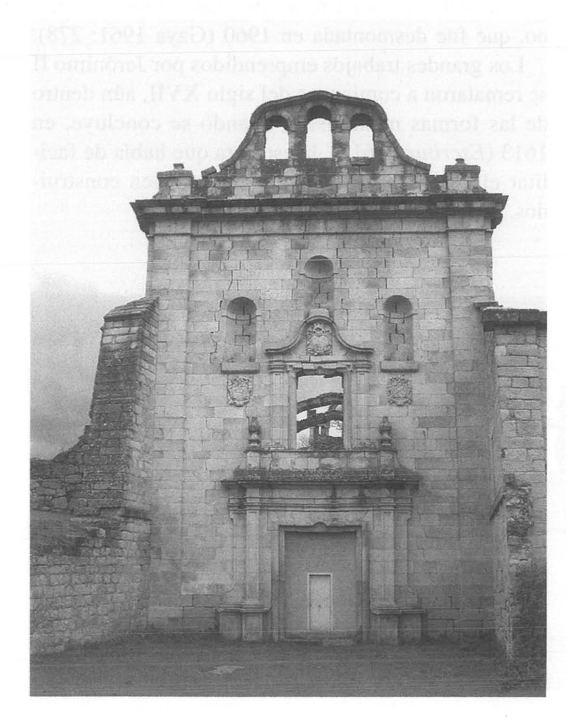


Figura 12
Portada de la iglesia

Tras el abandono del monasterio, a partir de 1836, hubo que esperar a la paciente labor iniciada por el arquitecto García Benito, a partir de los años 70 del siglo XX, pero poder volver a hablar de trabajos de, en este caso, restauración del edificio. En esta séptima fase se acondicionó parte de la ampliación de Jerónimo II como vivienda, mientras se trataba de hacer una consolidación general del monumento.

Pero los esfuerzos de García Benito sólo han logrado ralentizar un tanto la ruina del conjunto, que sigue avanzando y provocando, con ello, la pérdida continua de los indicios del pasado del conjunto y, a la larga, de su historia y de nuestra memoria.

Lista de referencias

Manuscritos

Escritura de la obra de la escalera. 1613. AHN. Sección Clero. Papeles. Legajo 4347.

Manuscrito de fray Bernardo de Sandoval. 1650. RAH. 9/3589.

Tumbo del monasterio de Valdeiglesias. 1644. RAH. 9/2097.

Fuentes impresas

Álvarez Palenzuela, V. A. 1978. *Monasterios cistercienses en Castilla (siglos XII–XIII)*. Valladolid.

Azcárate, J. M. 1958. Escultura del siglo XVI en *Ars Hispaniae*, XIII. Madrid.

Azcárate, J. M. 1970. *Inventario artístico de la provincia de Madrid*. Valencia.

Bango, I. et al. 1998. *Monjes y monasterios: el Císter en el medioevo de Castilla y León*. Valladolid.

Brandis, D. *et al.* 1980. *Inventario del patrimonio arquitectónico de interés histórico artístico de la provincia de Madrid*. Inédito.

Conde de Yebes. 1968. El monasterio de Pelayos en Madrid. In *Academia. Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, 27: 83–84.

Corella, P. 1982. El monasterio cisterciense de Santa María de Valdeiglesias y su fondo documental en el Archivo Histórico Nacional. In *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, XIX: 89–93.

Foronda, M. de. 1902. «El Tumbo de Valdeiglesias y D. Álvaro de Luna» en *Boletín de la Real Academia de la Historia,* XLI: 174–181.

García Benito, M. 2002. *El monasterio cisterciense de Santa María de Valdeiglesias. Su arquitectura recogida en los planos del arquitecto Mariano García Benito.* Madrid.

Gaya, J. A. 1961. *La Arquitectura Española en sus monumentos desaparecidos*. Madrid.

González, J. 1960. *El reino de Castilla en la época de Alfonso VIII*. Madrid.

González, J. 1975. *Repoblación de Castilla la Nueva*. Madrid.

Madoz, P. [1845] 1999. *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España. Madrid.* Madrid.

Manrique, A. 1642–49. *Annales Cistercienses*. Lugduni.

Pérez Regio, R. 1918. La Abadía feudal de Valdeiglesias. In *Alrededor del Mundo,* 997: 14–15.

Ponz, A. 1788. *Viage de España*. Madrid.

Recuero, M. 1979. *Alfonso VII el Emperador*. León.

«Restauración del monasterio de San Martín de Valdeiglesias. 1978» en *Cisneros*, 67: 78.

Rodríguez Marín, F. 1921. *Catálogo Monumental de Madrid y su provincia*. Inédito.

Rodríguez-Martín, M. 1986. «El Monasterio de Santa María de Valdeiglesias y su abadengo medieval» en *Cuadernos de Historia y Arte,* 6: 7–30.

Sainz de Robles, F. C. 1966. *Crónica y guía de la provincia de Madrid*. Madrid.

Tejela, J. 1987. «Comentarios a la relación breve de la fundación del Monasterio de Santa María de Valdeiglesias de Fray Bernardino de Sandoval» en *Studia Monastica,* 29 (1): 109–124.

Tejela, J. 1990. *Un monasterio olvidado: Santa María de Valdeiglesias. Tesis doctoral*. Inédita.

Yáñez, D. 1959. Alfonso VII de Castilla y la orden cisterciense. In *Cistercium*, XI: 24–83.

Yáñez, D. 1978. El Monasterio de Valdeiglesias. In *Hidalguía*, 148–149: 577–600.

Yepes, A. [1617] 1959. *Crónica general de la orden de San Benito*. Madrid.

Hormigón y Fe: Las iglesias de Miguel Fisac

Ramón Vicente Díaz del Campo Martín Mantero

El hormigón es un material que presenta una gran complejidad técnica e infinitas posibilidades, aunque en España en la década de los sesenta los arquitectos estaban aun lejos de alcanzar todas sus posibilidades arquitectónicas y expresivas. Miguel Fisac en este sentido fue un pionero, realizando una investigación sobre el material que será su seña de identidad en sus futuras construcción.

La incorporación de una nueva solución denominada por el arquitecto como «huesos» fue una de las innovaciones más importante en cuanto a la utilización de este material. Estos «huesos» responden a un elemento prefabricado especial patentado por el arquitecto en 1970, que se utiliza como elemento para la formación de cubiertas. Están construidos en una sola pieza hueca realizada mediante moldeado de hormigón. En cada caso el arquitecto proyecta la forma y disposición mas adecuada a la función, o funciones, propiamente arquitectónica que pretende resolver. Después decide el tipo de tratamiento, en general de pretensado, tanto técnica como económicamente más conveniente.

El arquitecto emplea este sistema en numerosas de sus obras, pero en esta comunicación nos centraremos en la construcción de un conjunto de iglesias que el arquitecto realiza a finales de los años sesenta, y en las que introduce los nuevos avances en la utilización de estas estructuras, como es el caso de las iglesias de Santa Ana en Moratalaz (1965), el Colegio de la Asunción en Madrid (1965) o la Iglesia de Santa Cruz en La Coruña (1967).

Miguel Fisac. Arquitectura y Modernidad

La figura de Miguel Fisac alcanzó en toda España las dimensiones auténticas de un mito durante años. Fue enormemente admirado y muy seguido, se le puede detectarse con facilidad en una gran cantidad de actos referentes a arquitectura y urbanismo de la época. Será durante años considerado como uno de los símbolos de la modernidad en nuestro país. Analizando su vida no solo encontramos importantes avances en el campo arquitectónico, sino que además es protagonista de acontecimientos de la historia y la cultura de las ultimas décadas. Hombre de inquietudes artísticas y vinculado por amistad a diferentes artistas de la vanguardia española contribuyó de manera activa a la difusión del arte abstracto, representada en sus obras, en los difíciles años de la España de posguerra. Su asombrosa intuición a la hora de concebir la arquitectura le llevara a asumir corrientes europeas de diversa procedencia y dotarlos de un sello personal y propio. Fisac será uno de los primeros arquitectos que asuma los progresivos avances tecnológicos en nuestro país y el ejemplo de la estética de Asplund, aunque en sus primeras obras tendrá que soportar la carestía de materiales, tales como cemento o el hierro, debiendo de recurrir a sistemas tradicionales.

Miguel Fisac Serna nació en Daimiel en 1913, dentro del seno de una familia acomodada. Tras sus primeros años de formación académica en Daimiel, y posteriormente en Badajoz, en la década de los años

treinta empieza sus estudios de arquitectura en Madrid. Con la llegada de la Guerra Civil, Fisac se sitúa otra vez en Daimiel en 1936, pero al año siguiente, en compañía de Escribá de Balaguer, fundador del Opus Dei,[1] cruzará los Pirineos hacia la zona sublevada. Finalizada la Guerra retoma sus estudios de Arquitectura, y se titulará en 1942. Compañeros de su promoción serán una serie de hombres que en su mayoría, al igual que él, protagonizarán la recuperación de la modernidad en nuestro país. Dentro de una pequeña promoción de tan solo diez componentes en la que destacan los nombre de otros arquitectos como Asís Cabrero, Manolo Bastarreche y Rebollo entre otros (García-Gutiérrez 2000, 16). Pero la arquitectura de Fisac es más; más complicada y difícil de entender y definir. Su primera etapa fue muy distinta a lo que habitualmente se ha dado a conocer sobre su obra, como demuestran la celebradas obras del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Madrid, culmen de una aventura juvenil que se había iniciado en el plástica historicista de los primeros años del régimen. Un clasicismo que se había impuesto tras la toma de poder del nuevo gobierno en España, y que supondrá una nueva etapa en la arquitectura de nuestro país que nada tiene que ver con lo realizado por algunos arquitectos en los años pasados.

Miguel Fisac se incluye dentro de una generación que finaliza sus estudios de arquitectura en los primeros años de la posguerra en Madrid, y se encuentra en unos difíciles años en los que no existe ninguna gran figura a la que seguir o que sirva de referente. Así, el arquitecto, al igual que sus compañeros de generación inician un proceso en el que tomará como punto de partida el clasicismo oficial y después buscará nuevas formas de hacer arquitectura. Entre 1942 y 1952 la mayor parte de las obras que realiza Miguel Fisac son para el CSIC, dependiente del Ministerio de Educación Nacional. De esta larga relación laboral provienen los encargos de la Iglesia del Espíritu Santo (1942), el Edificio Central del Consejo (1943), el Instituto de Edafología (1944) y el Instituto Nacional de Óptica Daza de Valdes (1948). Esta etapa esta se encuentra fuertemente marcada por una serie de preocupaciones por la renovación de la arquitectura, que encontramos patentes en algunas obras de estos años como se puede ver en ciertos detalles del Instituto de Óptica Daza de Vales. Los proyectos de estos años aunque todavía se encuentran muy contaminados de las premisas de la arquitectura oficial del momento presentan un golpe definitivo a esta, ya que se empiezan a notar ciertos cambios, aunque como bien define Maria Cruz Morales «son más conceptuales que formales» (Morales Saro 1979, 59).

El final del clasicismo dentro de la obra de Fisac se da con un viaje por toda Europa, que realizará en 1949, y que le pone en contacto con la última arquitectura europea. A su vuelta encontraremos una obra en la que el artista empieza a indagar en diferentes campos en esa búsqueda constante de una arquitectura actual y con sello propio. A principios de los años 50 con el Centro Cajal y Ferrán primero, y con el Instituto Laboral de Daimiel después, abandona su modo de construcción anterior, toda una apuesta por las lecciones aprendidas en Europa, pero aun arrastrando en algunos aspectos formales el peso del clasicismo anterior.Con estos edificios se inicia una etapa de búsqueda de estilo propio, algo muy constante a lo largo de su carrera, y que hoy en día, observando y analizando su obra desde la distancia podemos decir que consiguió. En estos años que Juan Daniel Fullaondo (Fullaondo 1972, 8) describe como de «experimentación» podemos ver que varias han sido las influencias de otras arquitecturas en la obra de Miguel Fisac, pero ante todo se pueden resumir en tres ejes principales; la arquitectura hispano-árabe, la japonesa y la nórdica. Esta serie de influencias, más otras ideas y formas de fábrica propia harán que sean muchas las corrientes arquitectónicas a las que se puedan adscribir, en un primer análisis, las obras de Miguel Fisac, pero siempre destacan dentro de ellas una visión y un estilo muy particular que las hacen diferentes. Estos matices van desde el empírismo, organicismo, expresionismo, renovación de lo popular, racionalismo y clasicismo entre otras, formando un mosaico de diversas postura que a lo largo de su carrera el arquitecto ha ido tomando para conseguir un estilo propio y personal (Cortés 1983, 78).

Se abre un importante periodo de esclarecimiento a través de una compleja experimentación con lo que se estaba realizando en Europa. Las interrelaciones entre los distintos caminos son abundantes dentro de las obras de este periodo. El trabajo de Fisac presentaba, pues, en aquellos años de cambios, formas de hacer muy distintas y que podemos volver a observar, igualmente emblematizadas, en edificios como el Instituto Laboral de Hellín (1952), el Instituto de Formación de Profesorado de Enseñanza Media y

Profesional (1953) o el Mercado Municipal de Daimiel (1955) entre otros. En el espacio de estos edificios hay matices «orgánicos» por numerosas partes, como los hay también de ésta y de otras clases en el gusto por el material y la textura de sus acabados.

Otro hito importante dentro de esta etapa es la salida de Fisac del Opus Dei, hecho que quedará latente a lo largo de toda su vida. En 1955 se casa con Ana Maria Bardell, una joven catalana que conoce poco después de su salida del Opus, cuando Miguel Fisac a pesar de ser una persona de reconocido prestigio nacional e incluso ya internacional se encontraba completamente arruinado.

En este periodo de apertura y avance que vive España durante los cincuenta, afectara de manera muy positiva a la carrera del arquitecto manchego realizando gran cantidad de obras y de encargos, así en 1955 se inician las obras del Teologado de los Dominicos en Madrid, pieza clave en su trayectoria profesional, y que será considerada durante años por los critica como el ejemplo de la modernidad arquitectónica en España. Un aspecto interesante de este periodo de constante experimentación con distintas corrientes es el rechazo, a pesar de ser uno de los pioneros del moderno, que tiene hacia el funcionalismo. Incluso cuando llega a realizar obras como las Casas de Cultura de Ciudad Real y Cuenca, donde si bien encontramos fuertes connotaciones a este estilo, el acabado personal las hace peculiares e irrepetibles.[2] A la terminación de las obras anteriores siguen nuevos encargos como los Laboratorios Farmabion en Madrid o la Iglesia de la Coronación en Vitoria. En aquel clima de optimismo social y tecnológico, además de continuar sus anteriores experiencias, inicia la exploración de la prefabricación en hormigón, que ensaya en viviendas y otros edificios.

En torno al comienzo de la década de los años 60 podemos ver un cambio sustancial dentro de la obra del arquitecto, el interés se centra ahora en el tratamiento del hormigón como material principal de sus obras. Este interés hará que el material para Fisac, no solo tenga una función estructural, sino que va a más, dotándole de funciones mas amplias llegando a usarlo como material de cerramiento, dejando el hormigón desnudo y con unos fieles valores decorativos como puede verse en edificios como los Laboratorios Made en Madrid (1959) en donde el hormigón visto es la imagen presente en el exterior del edificio. La década de los sesenta traerá también para Fisac grandes éxitos en algunos de sus edificios. Dentro de estos podemos destacar el Centro de Estudios Hidrográficos en Madrid (1960), que «destaca por una gran sencillez formal y una absoluta expresividad» (Morales Saro 1979, 97). Otro edificio singular serán los Laboratorios Jorba (1965), conocidos popularmente como la Pagoda, y que fue fruto de uno de los episodios mas tristes de la conservación del patrimonio moderno, al ser derribada en 1999. Este edificio destacaba ante todo por su estética singular, que tiene fuertes influencias de la arquitectura japonesa. A estos edificios le acompañan la construcción de otros de importancia como el Eurotel Punta Rotja en Mallorca (1962), los edificios Vega (1965) y el Edificio IBM (1967) ambos en Madrid.

La vivienda será uno de los campos mas cultivados por Fisac a lo largo de su trayectoria profesional. En sus inicios como arquitecto este interés se centrará en la realización de viviendas con pequeños costes económicos, consiguiendo ganar en 1950 un concurso organizado por el Colegio de Arquitectos de Madrid sobre vivienda mínima con un proyecto titulado «Casa en Cadena» (Fisac 1951, 109) En este programa desarrolla un sistema de vivienda social de pequeñas dimensiones. El proyecto destaca ante todo su iniciativa por liberar a este tipo de construcciones de la rigidez y alineamiento predominante en el panorama español. Pero a pesar de conseguir ganar este concurso, y siendo una de las finalidades de este su construcción, no se consiguió debido a la escasez de fondos públicos y coincidiendo con la llegada de un nuevo titular al Ministerio de Vivienda, y a pesar de que el proyecto fue presentado al Jefe de Estado por el Ministro José Ibáñez Martín. Solo años después pudo llevar a la practica estas ideas en algunos pequeños ejemplos como es el caso de un grupo de viviendas en Puerta Bonita en Madrid. Durante los años sesenta realiza otros programas de viviendas bien distintos destinados en su mayoría a la realización de viviendas unifamiliares para la clase acomodada, en los que sigue introduciendo sus nuevos avances, como son los casos de viviendas que realiza en Costa de los Pinos en Mallorca, aunque también realizará otros destinados a la clase media como los distintos grupos de viviendas que realiza en la calles Conde Casal y Virgen de Aránzazu en Madrid (1966–1967).

A esta importante trayectoria constructiva hay que unir su colaboración en un gran numero de medios

de comunicación como es el caso de sus habituales apariciones en «ABC» y «Blanco y Negro» donde escribirá numerosos artículos sobre arquitectura y urbanismo. Dentro de la estos textos a Fisac, le preocupaba el caos y el desorden al que se había llegado en las grandes ciudades como es el caso de Madrid. Si analizamos la prensa de la época encontramos innumerables ocasiones en las que el arquitecto manifiesta estas ideas buscando una ciudad mas humana. Todas estas ideas sobre urbanismo serán plasmadas en la publicación de un libro titulado «La Molécula Urbana» (Fisac 1969d) en el que plantea un modelo de ciudad.[3]

Miguel Fisac y la creación con el hormigón

La materia es uno de los puntos primordiales a la hora de estudiar la figura de Miguel Fisac. Definido por algunos autores como «arquitecto inventor» (Cortés 1983), este adjetivo le es otorgado por la expresividad que adquieren los materiales en sus obras. Fisac es consciente en su programa de creación de que la elección de unos materiales concretos influirán de manera determinante en el resultado final del edificio, sobre todo en cuanto a los valores estructurales y estéticos que se consiguen con estos. Se convierten así los materiales en un modo de expresión, que el propio arquitecto definirá como «un no se qué» estético. Pero el uso de estos materiales y técnicas no conciben por sí mismo la propia obra, sino que están al servicio de está, evitando así Fisac el uso exclusivamente decorativista de los materiales. Son las propias características de los materiales utilizados los que deben expresar la forma como consecuencia de su utilización. En la primera etapa es el ladrillo el principal protagonista. En obras como el Instituto Cajal y Ferrán o en la Iglesia de Arcas Reales entre otras, esté adquiere una expresividad que muy pocos arquitectos han conseguido lograr. En sus inicios lo usa siguiendo una utilización tradicional[4] como se puede ver en su primera obra; la Capilla del Espíritu Santo. Pero este interés por lo materiales, desde su comienzos le llevara a diseñar nuevas formas y utilizaciones. Otro tipo de material que Miguel Fisac recupera es el tapial usado en la arquitectura popular manchega, como puede verse en la serie de institutos laborales o en el Mercado Municipal de Daimiel.

El hormigón aparece desde etapa muy temprana en la obra de Fisac, aunque en las primeras en las que aparece este material será de una forma secundaria en comparación con el resto de materiales.[5] A lo largo de sus siguientes obras intentará sacarle el máximo partido a través de diferentes acabados y formas. Se inicia una época de experimentación, en el estudio de las posibilidades estructurales y arquitectónicas de este material. Esto ocurrirá por ejemplo en el Teologado de los Dominicos en Madrid, donde el hormigón pasa a ser uno de los principales protagonistas del conjunto, donde destaca ante todo el uso de este material en la torre. El hormigón será el protagonista de su obra de aquí en adelante, no encontraremos obra del arquitecto, donde no aparezca el material, realizando varias obras y proyectos donde este se convertirá no solo en un alarde técnico, sino que será el «no se qué» que darán a sus edificios una personalidad propia.

Con la llegada de los años sesenta se empieza a ver en la obra de Fisac un importante cambio con respecto a la forma de abordar el problema arquitectónico. Dejará entonces atrás la etapa que había comenzado en los primeros años de la década de los cincuenta, que se habían caracterizado por la fuerte influencia de la arquitectura nórdica. Poco a poco va desapareciendo de la obra del arquitecto, algo significativo si tenemos en cuenta que los sesenta en el ámbito madrileño destacarán por la importancia que tiene el desarrollo de la arquitectura orgánica. A pesar de haber sido incluido por Fullaondo dentro del grupo de arquitectos que forma el llamado «Organicismo madrileño», Fisac iniciará en esta etapa un camino individual en cuanto a su producción. A partir de las obras de este periodo en la forma de hacer arquitectura de Fisac se destaca su excesivo formalismo abstracto, nada purista en su concepción, pero riguroso en la ejecución (Arqués 1996, 32).

El hormigón armado es un material que presenta mucha mayor complejidad técnica y posibilidades, aunque en España en la década de los sesenta los arquitectos estaban muy lejos experimentar sus posibilidades arquitectónicas y expresivas. Fisac en este sentido fue un pionero, realizando una investigación sobre el material que será su seña de identidad en sus futuras construcción. La obra mas significativa de Fisac en este periodo de investigación sobre nuevos materiales será el del Centro de Estudios Hidrográficos en Madrid, que será encargado al arquitecto por

parte de la Dirección General de Obras Hidráulicas del ministerio de Obras Publicas en 1960. Este edificio destaca por la incorporación de una nueva solución denominada por el arquitecto como «huesos»[6] que emplea para cubrir los 22 metros de luz de la sala de ensayos. Resolviendo con la utilización de estas piezas las dificultades que se planteaban en cuanto a la iluminación y evacuación de las aguas (Morales Saro 1979, 97).

Estos «huesos» responden a un elemento prefabricado especial patentado por el arquitecto en 1970, que se utiliza como elemento para la formación de cubiertas. Estos están construidos en una sola pieza hueca realizada mediante moldeado de hormigón.[7] Pero no todas las piezas de prefabricas de hormigón son iguales. En este trabajo nosotros las englobamos dentro de la denominación de huesos, pero encontramos en ellas múltiples formas y posibilidades en los distintos edificios de Fisac. Así, podemos encontrar tres tipos de estos elementos prefabricados dependiendo de la forma final, soluciones ligeras, cerradas y huecas.

En cada caso el arquitecto proyecta la forma y disposición mas adecuada a la función, o funciones, propiamente arquitectónica que pretende resolver. Después decide el tipo de tratamiento, en general de pretensado, tanto técnica como económicamente mas conveniente. Según sea la luz, las cargas, el tamaño que han de tener las piezas, etc. Con estos condicionantes se encuentran las más estrictas secciones de trabajo de la pieza que proporcionan el menor gasto material, el menor peso propio y, como consecuencia, la menor cantidad de acero en la estructura (Fisac 1967, 9).

Otro edificio significativo serán los Laboratorios Jorba (1965), conocidos popularmente como la Pagoda que será derribada en 1999. A estos edificios le acompañan la construcción de otros de importancia como los edificios Vega (1965) y el Edificio IBM (1967) ambos en Madrid. La arquitectura religiosa sigue teniendo gran importancia dentro de obra la obra del arquitecto introduciendo en la misma sus avances técnicos en proyectos como Santa Ana en Moratalaz (1965), el Colegio de la Congregación de la Asunción en Madrid (1965) o la Iglesia de Santa Cruz en la Coruña (1967).

Esta etapa será un periodo en el que el arquitecto realizara innumerables viajes al extranjero la mayoría de ellos para participar en congresos y jornadas, fruto de su la aportación de los avances conseguidos en hormigón. Así, en 1962 visitara Nueva York y la ciudad de México con motivo de una reunión de la U.I.A.[8] sobre instalaciones escolares. En 1967 viajara a varias ciudades del este de Europa como Moscú, Berlín y Praga. En este viaje se interesara por conocer varios ejemplos de sistemas de prefabricación pesada para la industria de la construcción. Y por ultimo en 1968 realizara un viaje a Irlanda e Inglaterra.

Obsesionado con la expresividad del hormigón, recorrió desde estas obras un camino de investigación sobre la textura de este material que le llevara a un duro camino individual pero de grandes logros, a pesar de no ser comprendido por el resto de la profesión. Miguel Fisac siempre estuvo muy interesado en las características propias del hormigón con respecto a otros utilizados en la construcción de estructuras, destacando ante todo su estado pastoso original, antes de ser vertidos en moldes. Si las formas de estos moldes responden, por ejemplo, a unas condiciones propias de ellos, o de los materiales de que están hechos, es evidente que la forma definitiva del hormigón armado queda esencialmente desvirtuada por una causa externa. Siguiendo esta línea de investigación, empieza a indagar en la creación de elementos con la utilización de distintos moldes. Conseguirá a través de este camino otro elemento renovador como son los sistemas de encofrados flexibles en hormigón. A través de la utilización de un sistema de moldes en el proceso del encofrado, Fisac realiza una serie de elementos que tiene como finalidad que una vez fraguado el hormigón se mantenga en él una huella estética de su forma original semilíquida. Estas experimentaciones las realizará a partir de los años sesenta, manteniendo aun hoy este sistema de acabados exteriores como puede verse en una de sus ultimas obras, un conjunto cultural en Castilblanco de los Arroyos en Sevilla.

El Concilio Vaticano II y su repercusión en el mundo de las artes

Un aspecto importe a la hora de estudiar la arquitectura de esta etapa de Fisac es el desarrollo del Concilio Vaticano II, que marco cambios en los edificios del arquitecto manchego, a la vez que se convirtió en un factor fundamental para entender la evolución del

arte sacro. El Concilio Vaticano II puso las bases de una renovada relación entre la Iglesia y la cultura, que tiene inmediatas repercusiones también en el mundo del arte (Molina 1969, 28).

En lo referente a los cambios más importantes destaca la Constitución «Sacrosanctum Concilium» sobre la Sagrada Liturgia donde se dieron los inicios de una política de reforma y fomento de está. En la reforma de la Liturgia se tuvo muy en cuenta la plena y activa participación de todo el pueblo. Haciendo especial hincapié en la necesidad de que se realizasen celebraciones comunitarias, con asistencia y participación activa de los fieles. Además en las nuevas celebración litúrgica se destacan por la importancia que adquiere la Sagrada Escritura (Concilio Vaticano II, 1985). Pero uno de los cambios más significativos fue la aprobación del uso de la lengua vernácula para las distintas celebraciones.

En lo referente al arte sacro se le intentó dar especial importancia, ya que el capitulo séptimo de esta misma constitución se dedicó en exclusiva al arte y los objetos sagrados. Pero a pesar de la dedicación exclusiva de un capitulo no fueron muchas las aportaciones dadas por el Concilio a la arquitectura religiosa, ya que se basaron principalmente en tres puntos. Por un lado un dictamen donde se reconocía la posibilidad del libre ejercicio de estilo artístico. En él, la Iglesia razonó que a lo largo de la historia nunca consideró como propio ningún estilo artístico, sino que utilizo los que estaban presentes en cada tiempo. A través de esta reflexión, la iglesia admite la libre utilización de cualquier movimiento artístico para la realización de cualquier manifestación sacra haciendo especial hincapié en el arte de su tiempo. En el campo de la arquitectura solo se hace referencia a la que los nuevos templos sean funcionales con respecto a la reforma de la eucaristía: «Al edificar los templos, procúrese con diligencia que sean aptos para la celebración de las acciones litúrgicas y para conseguir la participación activa de los fieles» (Concilio Vaticano II 1985, 68.)

Por último, otro aspecto que se trató en el Concilio fue el referente al tema de las Imágenes sagradas se recomienda que se mantenga la práctica de exponer imágenes sagradas a la veneración de los fieles; pero haciendo especial hincapié en que estas sean pocas en cuanto a número y guarden entre ellas el debido orden (Blázquez 1988, 237).

Las Iglesias Postconciliares de Fisac

Iglesia Parroquial de Santa Ana en Moratalaz

Este conjunto eclesiástico constituye un hito importante dentro de la labor arquitectónica de Fisac. Comenzada en 1965, y terminada un año después,[9] en Santa Ana se puede resumir lo que será la obra del arquitecto en los años sesenta y principios de los setenta: el sentido estético de los materiales como uno de los protagonistas de la obra (Fisac 1967a, 3).

Una de las principales características que define este conjunto de edificios es precisamente que no se ha proyectado un templo al que se han unido unos servicios adicionales, sino todo lo contrario. El arquitecto ha realizado un proyecto en el que se intenta dar unidad a toda una serie de espacios que conforman el conjunto de la parroquia como son la sacristía, el salón de actos, despachos, entre otros, construyendo un conjunto plantado desde un primer momento como unitario (Fisac 1967b, 33). Para conseguir esto la solución empleada por Fisac se ha basado en la unidad de los materiales de construcción y en la utilización de unos criterios de jerarquía para organizar todo el conjunto.[10] Así, para conseguir este resultado, el arquitecto se basa por un lado en la homogeneidad de la cubierta, ya que esta formada en todo el conjunto por piezas pretensadas y huecas. Por otro lado se han jerarquizado los espacios y volúmenes del conjunto, prestándole más atención a los del templo propiamente dicho.

El resultado es un conjunto de edificios construidos en hormigón, prácticamente en su totalidad, en el que Fisac logró una unidad de construcción, en cuanto a materiales y formas se refiere, que anteriormente no observábamos en la obra religiosa del arquitecto. Pero si esta obra destaca por el programa, también lo hace por las circunstancias emotivas que tiene para el arquitecto la construcción de este conjunto, ya que se realiza en honor de una hija del arquitecto que falleció a temprana edad.

> Esta iglesia para mi tiene una serie de circunstancias especiales que hace que la quiera desde que pensé en poderla hacer. Esta realizada en recuerdo de mi hija Anai y además tiene de circunstancias especiales que yo que hago mucho hincapié, cada vez mas, en el programa en para que sirve un edificio, esta es la primera iglesia que yo hago con un programa post-conciliar.[11]

Pero, en esta iglesia encontramos además, la respuesta del arquitecto a las normativas dadas en el Concilio Vaticano II sobre arte religioso y la importante transformación que se produce en la celebración de la eucaristía, que tendrán en las iglesias del arquitecto una solución arquitectónica acorde con estos cambios. El Concilio Vaticano II ha remarcado la importancia de la Palabra en la Liturgia eucarística, además esta pasa de estar presidida por un solo punto a estar basada en dos mesas: el ambón, Cristo Palabra, y el altar, Cristo Alimento. La estructura interna de la Iglesia de Santa Ana favorece la participación de los fieles en la vida litúrgica. En efecto, con el Concilio Vaticano II en la Constitución litúrgica «Sacrosanctum Concilium», la iglesia ha puesto en evidencia que la renovación litúrgica presupone una verdadera renovación interior, sin la cual toda reforma de símbolos y espacios no tendría sentido.

> Y además teniendo en cuenta que la liturgia de la palabra iba a tener un carácter muy importante, entonces tenia que tener unas buenas condiciones acústicas. Yo que había estudiado con cierta profundidad las condiciones acústicas de los edificios, me encontraba que con los medios que teníamos para hacer un salón de actos, que aquí no lo tenia porque era hormigón y no podía poner una serie de materiales absorbentes que son caros y que están fuera un poco de contexto de la iglesia. Tuve que realizar unas formas que fueran dispersivas, que no creasen ningún eco y por eso las paredes de esta iglesia son curvas negativas, hacia fuera, y conseguí una buena acústica. (Fisac 1967c, 43)

Teniendo en cuentas estas condiciones el templo se ha realizado atendiendo a las necesidades de crear un espacio para una asamblea, pero a la vez prestando especial atención en que no se reúnen en torno a un punto concreto, sino en torno al camino configurado por el eje Sagrario-Mesa-Ambon, por lo queda así configurada una planta de forma ovalada (Fisac 1967a, 2).

Pero debido a la importancia que se le da a la «palabra» en la nueva liturgia, uno de los principales problemas que se debían de resolver era el de la acústica del edificio, que en este caso se acrecentaban debido al tipo de material utilizado. Para solucionar este problema Fisac dispone en el muro de cerramiento del altar tres que muestran claras referencias al románico, y que a la vez servirán para ordenar la imagineria en torno a estos espacios.

También con la finalidad de solucionar el problema de la acústica, en la parte de los pies de la iglesia se realizan una a través de lo que el denomina como «muros dispersivos», se trata de elementos que cierran la planta por los que seria la fachada. Estos muros formados por secciones cilíndricas los desarrolla por primera vez en esta iglesia en la que sitúa tres de estos cilindros.[12] En las posteriores iglesias mantiene este mismo sistema aunque cambia el número siendo ocho en la capilla de Cuestas Blanca y cuatro en el caso de la Parroquia de la Coruña (Morales 1979, 166).

El espacio destinado al Baptisterio y a la zona de confesionarios se sitúa a los pies de la iglesia aprovechando el espacio dejado por las curvas de este muro, pero quedando directamente comunicado con la nave. En este espacio destaca por seguir una línea mas simple y limpia que en el resto de la iglesia.

Los muros de la iglesia, tanto interior como exteriormente están realizados con elementos de cerramiento de hormigón armado en su calidad propia (Fisac 1967d, 22). Mientras que para la cubierta se utilizaron piezas pretensadas simplemente apoyadas en la cubierta y una viga colgada de un arco también de hormigón para recibir las cabezas de las vigas tubulares que no pueden apoyarse en el muro debido al rompimiento que se produce para la iluminación del ábside (Fisac 1967a, 2)

En el caso de la colaboración con los artistas en esta iglesia se produce una estrecha y productiva colaboración entre Fisac y José Luis Sánchez.

> También busqué la manera de que mis colaboradores fueran artistas que pudieran realizar una labor realmente positiva. En este sentido la colaboración del escultor José Luis Sánchez fue muy positiva . . . Yo quede muy complacido. Había que hacer alguna pequeña cosa en la reserva del Santísimo y en el lugar de la pila bautismal, allí intervino Agustín Úbeda, un pintor de primera fila y catedrático de Bellas Artes, etc. que realizo unas vidrieras muy interesantes.[13]

El escultor realizó un conjunto escultórico que se sitúa en su totalidad en la cabecera de la iglesia, distribuido en las tres concavidades que se abren en el testero. Realiza una serie de piezas realizadas en su totalidad en cemento metalizado consiguiendo así una interesante armonía con la arquitectura del templo, ya que las imágenes debido a la semejanzas de

los materiales empleados dan la impresión de ser una continuidad del muro de la iglesia. El programa iconográfico esta constituido por una figura de Cristo Crucificado que se sitúa en el espacio central, aparentando estar suspendido en el espacio. El autor huye en esta representación de cualquier rasgo dramático en una obra que destaca por sus formas simplificadas (González Vicario 1987). A la izquierda se sitúa un grupo de Santa Ana, la Virgen y el Niño.[14]

El otro artista que trabaja en esta iglesia es el pinto Agustín Úbeda[15] que realizará dos vidrieras, una para la zona donde se sitúa el sagrario y otra en el baptisterio, que destacan por su formas abstractas y amplio uso del color en contraste directo con la monocroma estética del hormigón.

El Colegio de Cuesta Blanca en Madrid

El conjunto de edificios que forman el Colegio de la Congregación de la Asunción, se sitúa también en el Cerro del Aire. Se trata de un programa en el que el arquitecto tuvo que realizar todos los espacios necesarios para un complejo educativo para mil quinientos alumnos de párvulos, primera y segunda enseñanza. El complejo se sitúa en un amplio terreno de 30.520 metros cuadrados (Fisac 1969a, 51), que, tanto su disposición en planta como en altimetría, presenta una extraordinaria irregularidad y al que se tuvieron que adaptar los edificios, tanto en planta como en alzado, llegando a existir diferencias altimétricas de hasta 12 metros entre unas zonas y otras (Fisac 1969b, 5).

Después de múltiples tanteos y soluciones plantadas desde el comienzo por Fisac la solución final esta formada por un conjunto de bloques de edificación enlazados de forma fluida por medio de galerías y rampas y adaptados totalmente a la topografía natural del terreno.

En el complejo se distinguen tres zonas. La primera de ellas comprende un edificio de una sola planta que hace las funciones de entrada, portería, botiquín, central telefónica, cabina telefónica, sala de visitas, secretaria y administración. Este edificio de entrada está enlazado por un espacio cubierto con otro de dos plantas de viviendas.[16] El espacio cubierto posterior al edificio de entrada sirve, en realidad, como atrio de la capilla dentro de lodo este conjunto.

La segunda de las partes esta formada por un amplio salón de actos, situándose también en esta zona las aulas y servicios de párvulos y primaria, pabellón de religiosas, compuesto por semisótano y dos plantas, el internado, también con tres plantas. La tercera de las zonas la componen edificios formando dos grupos de aulas para bachillerato elemental y superior, grupo de aulas especiales, laboratorios, clases de música, escuela-hogar, aula de dibujo, etc., gran local polideportivo con sus servicios anejos y gimnasio.

Pero si por algo destaca este conjunto es por su construcción y por los materiales empleados que dotan al edificio de un valor expresivo que viene dado principalmente por el juego de volúmenes que se obtiene en la movida altimetría del solar, y por la calidad y textura del hormigón en muros, en armonía con las piezas delgadas y huecas de la cubierta. Tanto el exterior como el interior de este conjunto es de la máxima austeridad, tanto ornamental como de riqueza de materiales (Aguilar 1968, 146).

El elemento más creativo e interesante del conjunto es la Capilla, que sigue el modelo anteriormente realizado en la iglesia de Santa Ana, pero atendiendo a otras necesidades en este caso ya que no se trata de un centro parroquial como el anterior, sino que se trata de una pequeña capilla para un colegio. Este espacio destaca de todos los anteriores sobre todo por la forma. En un conjunto de edificios rectilíneos, se reservó la curva en exclusiva para diferenciar la capilla de planta acusadamente comunitaria. Esta se sitúa en el centro de todo el conjunto. Esta capilla, capaz para unos setecientos fieles a pesar de sus reducidas dimensiones, tiene forma aproximada de una porción de cilindro circular en la parte correspondiente al ábside, y una superficie dispersiva acústicamente formada por ocho medios cilindros circulares, con su posición convexa hacia el interior.[17] La forma de este espacio se ha querido que responda, lo mas fielmente posible, a la necesidad de crear un recinto sacro de asamblea de fieles rodeando el presbiterio.

Esta capilla presenta además una gran coherencia ambiental que dan los muros envolventes de la asamblea, polarizada en torno a un santuario, bien diferenciado pero no distanciado (Aguilar 1968, 146). La luz alegra y suaviza la frialdad del hormigón visto, que da también unidad constructiva al espacio. El discreto lucernario, sin romper la línea geométrica del volumen y filtrando luz entre los elementos constructivos de la cubierta, consigue clara diafanidad so-

bre el santuario y asamblea.

En este caso Fisac trabaja con el artista Amadeo Gabino[18] que realiza una imagen de la virgen en madera de pino en su color y el crucifijo en bronce. En la primera de las obras la imagen de la virgen se funde con la del niño en un solo volumen resaltado por el movimiento ondulante de los paños que los cubren (González Vicario 1987, 105). El crucifijo esta situado sobre la pared que esta sobre el altar y destaca por sus proporciones estilizadas y su simplificación de las formas. la obra de amadeo Gabino en esta capilla se basa en la valoración del volumen y del material empleado, al mismo tiempo que tiende a una amplia simplificación anatómica (González Vicario 1987, 105).

Fisac realizo para el este conjunto el diseño de varias piezas donde destaca el sagrario, concebido como un gran cubo de bronce, que roza el minimalismo, ya que presenta como único motivo decorativo en su frente el volumen de unas gruesas bisagras (González Vicario 1987, 105).

Iglesia de Santa Cruz. La Coruña

El programa de la iglesia de Santa Cruz en La Coruña, comprende un complejo parroquial con todos sus servicios que empieza a construirse en el año 1967. El proyecto, estaba programado realizar en varias etapas, de las que solo se construyó la primera, que incluía la realización de la iglesia, una guardería infantil y un dispensario médico. El complejo se encuentra encuadrado en un planicie situada en las proximidades de la Bahía de La Coruña, lo que hacía que el edificio adquiriera aun más protagonismo por su privilegiada situación (Fisac 1972, 25).

El conjunto esta formado por dos edificios, el primero de ellos está formado por la iglesia, mientras que el segundo, de menores dimensiones es el que está formado por el resto de dependencias del proyecto. Ambos realizados en hormigón, siguiendo con el protagonismo con el que el arquitecto ha dado al material en las construcciones de este periodo. La iglesia esta totalmente realizada en hormigón armado, mostrando en sus paramentos la huella y textura de los encobrados en madera que fueron realizados para su ejecución.[19] La cubierta, por otro lado, esta realizada en piezas prefabricadas del mismo material realizadas a pie de obra, lo que encareció al final el coste económico de las obras.[20] Pero si por algo destaca este conjunto de edificios es por sus fluidas formas, ya que todo el conjunto esta concebido plásticamente como una sucesión de recintos formados por muros curvos verticales encadenándose de una forma dinámica (Morales Saro 1979, 167).

Esta iglesia presenta una planta de abanico algo desfigurado por la existencia en el muro de cerramiento frontal, que se presenta fuertemente curvado, de cuatro semicilindros convexos hacia el interior para solucionar problemas de acústica. En estos espacios a los que Fisac añade algunos muros mas para poder aprovecharlos, se sitúan en estos un atrio de entrada al conjunto, la sacristía y el baptisterio.

El templo se remarca por una torre campanil independiente realizada en hormigón y que guarda amplias similitudes con las realizadas las iglesias anteriores de Fisac en Cuestas Blancas y Moratalaz. Este altísimo campanario fue motivo de una amplia polémica a nivel local debido a que no fue del gusto de los promotores del edificio (Fisac 1969 c).

En esta iglesia el Fisac sigue trabajando con los dos artistas que más han participado en sus últimos proyectos. En ella están presente un gran crucifijo obra del escultor Pablo Serrano, así como una imagen de la Virgen, obra de José Luis Sánchez que presiden el presbiterio (Fisac 1972, 25), y que siguen la misma línea que las anteriores colaboraciones que tuvieron con el arquitecto.

Notas

1. Fisac pertenecerá al Opus Dei desde 1936 hasta 1955.
2. Este acabado se puede observar claramente en el ultimo piso de la Casa de Cultura de Cuenca que sobresale con respecto al resto en una clara alusión a las Casas Colgadas de la ciudad.
3. Un modelo de ciudad que esta marcado profundamente por la convivencia entre sus habitantes. Tras un interesante estudio sociológico, Fisac define la ciudad como un «lugar de vivir y convivir» (claramente influenciado por la Carta de Atenas). Totalmente contrario al concepto de Gran Ciudad, el arquitecto diseña un tipo de ciudad basado en lo que él denominas moléculas urbanas, que son distribuciones concéntricas que forman el conjunto de la ciudad. Así, tenemos un núcleo central para la convivencia; una corona de convivencia vecinal (variando de 35 a 60 barrios de 10.000 habitantes); una zona agrícola, ganadera y forestal; y por ultimo una zona industrial exterior. Pero, este modelo de ciudad

no esta totalmente cerrado. Es decir, no es un esquema rígido sino que se encuentra abierto a distintas interpretaciones. El arquitecto no solo se centra en la distribución de los espacios sino que también traza, por ejemplo, los medios de comunicación y transporte dentro de esta ciudad y llega a realizar una red de ciudades.
Es significativo en lo que refiere al tema de este trabajo, la arquitectura religiosa, que apenas aparecen referencias a ella en este Modelo de ciudad. Fisac solo define que debe de estar en la zona de convivencia, y que no debe de destacar del resto de edificaciones.

4. En la arquitectura española de la primera posguerra el uso de materiales siguiendo los «cánones tradicionales» será uno de los aspectos mas valorados por los críticos de arquitectura y los propios arquitectos. Esta importancia es más relevante aun si analizamos la valoración que este material ha tenido en diferentes momentos históricos como por ejemplo en la arquitectura mudéjar.
5. A esto contribuirá la situación económica de España, ya que durante varios años en el país era normal que algunos proyectos tuvieron que ser modificados por no conseguir hormigón y hierro suficiente para la construcción.
6. El nombre de huesos viene de una curiosa anécdota protagonizada por el arquitecto. Tras hacer los cálculos de las piezas y dimensionarlos, al arquitecto el elemento resultante le recordaba algo, así que mando a su mujer a la carnicería para que trajera distintos huesos de las columnas vertebrales de animales y pudo ver al compararlos como afinando al máximo los cálculos había llegado a un resultado que evocaba la solución por parte de la naturaleza en la evolución de la columna.
7. Patente de Sistema de Construcción de cubiertas con luz cenital con funciones de cubrición, resistencia, desagüe y aislamiento a partir de un elemento especial para la realización de dicho sistema. A.H.P.M. Nº 351077.
8. Unión Internacional de Arquitectos.
9. A. H. COAM. Ficha Iglesia Santa Ana. Moratalaz. Nª 255.
10. A. H. COAM. Ficha Iglesia Santa Ana. Moratalaz. Nª 255.
11. Conversación con Miguel Fisac mantenida el día 18 de febrero de 2003 en su vivienda en el Cerro del Aire (Madrid).
12. A. H. COAM. Ficha Iglesia Santa Ana. Moratalaz. Nª 255.
13. Conversación con Miguel Fisac mantenida el día 24 de febrero de 2003 en su vivienda en el Cerro del Aire (Madrid).
14. También realizara para el conjunto el sagrario y una pequeña figura para la luz de este.
15. Agustín Úbeda nace en Herencia (Ciudad Real) en 1925, en los años cuarenta se forma en la Escuela Superior de Bellas Artes de San Fernando, Madrid donde se titula de Profesor de Dibujo. En 1949 realiza su Primera Exposición individual de sus obras, y en 1953 recibe una bolsa de Estudios del Instituto Francés para estudios en París, residencia en Francia hasta 1974.
16. A. H. COAM. Ficha colegio y capilla de la Congregación de la Asuncion. Nª 1.798.
17. A. H. COAM. Ficha colegio y capilla de la Congregación de la Asuncion. Nª 1.798.
18. Amadeo Gabino es uno de los artistas más sobresalientes de la escultura española contemporánea. Su amplia trayectoria profesional, fundamentalmente escultórica —realizada, sobre todo, con materiales metálicos—, le ha permitido una considerable proyección internacional. Se formó en la Escuela de Bellas Artes de San Carlos (Valencia). Completó sus estudios en Roma, Milán, París, Hamburgo y Nueva York. Ha representado a España en las Bienales de Venecia de 1956 y 1966, en la Bienal de Alejandría de 1954, en la I Bienal de Arte Cristiano de Salzburgo en 1956, en la Feria Mundial de Nueva York de 1964.
19. Debido a las condiciones propias del hormigón el material utilizado para realizar su encofrado queda patente en el resultado final del mismo. Estas condiciones de este material hará que Fisac se plantee en posteriores edificaciones el hacer distintos experimentos utilizados distintos materiales para realizar el encofrado llegando a descubrir nuevas texturas al aplicar materiales plásticos que dan un acabado al hormigón nunca utilizado en la construcción anteriormente.
20. Este encarecimiento se da por el precio que supone la realización de estas piezas prefabricas de hormigón, ya que en ocasiones no resultan rentable si la cantidad de estas piezas en pequeña. El alto precio no solo deriva de la construcción de la misma sino también de la colocación de estas en el edificio.

Lista de referencias

Aguilar, J. M. 1968. Capilla del colegio Cuesta blanca. *ARA,* 187.

Arqués, F. 1996. *Miguel Fisac*. Madrid: Pronaos.

Blázquez, R. 1988. *La iglesia del Concilio Vaticano II*. Salamanca: Ed. Sígueme.

Cánovas, A., dir. 1994. *Fisac medalla de oro de la arquitectura*. Madrid. Ministerio de Fomento.

Concilio Vaticano II. 1985. *Documentos del Vaticano II; constituciones, decretos, declaraciones*. Madrid: Biblioteca de autores clásicos.

Cortés, J. A. 1983. Miguel Fisac, arquitecto inventor. *Villa de Madrid.* 78.

Fisac, M., 1951. Viviendas en cadena. *Revista Nacional de Arquitectura* 109.

Fisac, M. 1967a. Breves reflexiones de Miguel Fisac. *Arquitectura* 99.

Fisac, M. 1967b. Complejo parroquial de Santa Ana. *ARA* 13.

Fisac, M. 1967c. Complejo parroquial de Santa Ana. Moratalaz. Madrid. *Informes de la Construcción* 191.

Fisac, M. 1967d. Complejo parroquial de Santa Ana. Moratalaz. Madrid. *Arquitectura* 99.

Fisac, M. 1969a. Colegio de la congregación de la Asunción en Alcobendas. Madrid. *Informes de la Construcción* 210.

Fisac, M. 1969b. Colegio de la Asunción. *Arquitectura* 127.

Fisac, M. 1969c. No soy responsable de la torre de la Coruña. *Nuevo Diario* 5–12–1969.

Fisac, M. 1969d. *La molécula urbana: una propuesta para la ciudad del futuro*. Madrid: Ediciones y Publicaciones Españolas.

Fisac, M. 1972. Iglesia parroquial en Santa Cruz. *ARA* 31.

Fullaondo, J. D. 1972. *Miguel Fisac*. Madrid: Direccion General de Bellas Artes.

García Gutiérrez, J. 2000. Un trozo de aire humanizado. Conversación con Miguel Fisac. *Cuadernos Hispanoamericanos*. 606.

Gonzalez Vicario, MT. 1987. *Aproximación a la escultura religiosa contemporánea en Madrid*. Madrid. UNED.

Molina Martínez, M. 1969. *Diccionario del Vaticano II*. Madrid: Editora católica.

Morales Mc, 1979. *La arquitectura de Miguel Fisac*. Ciudad Real: Colegio de Arquitectos de Ciudad Real.

Manuales sobre hormigón y cemento armado en España: 1902–1910

Francisco José Domouso de Alba

Una de las primeras experiencias con cemento armado en España data de 1891. El ingeniero de caminos José Nicolau empleó el hormigón para proteger y conservar mejor los perfiles metálicos empleados en las obras de ingeniería civil que realizaba en Cantabria. En 1893, el ingeniero militar Francesc Maciá y el arquitecto Claudio Durán, compran las patentes de Monier y crean la primera empresa española para la ejecución de obras empleando el hormigón armado («La Sociedad en Comandita»). El hormigón armado se introduce en España a través de Cataluña, la Cornisa Cantábrica y el País Vasco, zonas de fuerte desarrollo industrial en la ultima década del siglo XIX.

La influencia técnica y constructiva que se recibe en España en la ultima década del siglo XIX es principalmente francesa, y el seguimiento por parte de los arquitectos e ingenieros españoles de los nuevos materiales y procedimientos constructivos se realiza a través de publicaciones francesas y las trascripciones de estas en revistas españolas especializadas, como por ejemplo, la Revista de Obras Publicas. Pero también los ingenieros y arquitectos españoles miran hacia Italia y Alemania, aunque los avances técnicos del hormigón armado en estos países se suelen conocer a través del filtro de las publicaciones francesas.

Los primeros manuales sobre hormigón o cemento armado en España, firmados por técnicos españoles, aparecen a primeros del siglo XX, después de una amplia divulgación del hormigón armado en revistas especializadas, y las publicaciones propias de patentes comerciales como la de Hennebique o Rivière («metal deployé»).

El desarrollo del hormigón armado como una técnica y no como un producto ligado a patentes se produce en Europa a finales del siglo XIX y principios del XX. Este cambio se acompaña de un soporte constructivo y teórico en forma de tratados, manuales y normativa especifica. El hormigón armado deja de ser un producto para convertirse en una técnica a disposición de ingenieros, arquitectos y constructores. Es el comienzo del declive económico de las patentes.

Las patentes tuvieron gran importancia en el desarrollo inicial del hormigón armado por dos motivos fundamentales: Por un lado, se empleaban procedimientos constructivos y sistemas de calculo de las estructuras que la experiencia corroboraba que funcionaban, pero con escaso soporte científico, por otro, servían para financiar la prueba-error de un sistema constructivo con escaso soporte teórico, ya que los derechos económicos derivados del empleo de una patente podían suponer aproximadamente el 20% del coste de la obra.

España se incorporó a la tecnología del hormigón armado con más de dos décadas de retraso respecto a Francia o Alemania. En la ultima década del siglo XIX (sobre todo en los últimos cinco años), obtuvieron representación en España un buen numero de patentes para ejecutar obras de hormigón o cemento armado, con Hennebique a la cabeza.

El proceso de pasar de una industria ligada a patentes a un proceso constructivo «abierto», regulado

por normativa estatal duró, por ejemplo en Francia, cerca de cuatro décadas desde la primera patente de Monier, en 1865.

En 1891 se forma la Comisión Francesa del Hormigón Armado. En 1896, aparecerá la primera disposición Oficial Francesa de cálculo de estructuras de hormigón armado. En esta fecha, la administración pública francesa acepta el hormigón armado en las obras publicas. En 1906 aparece la circular ministerial francesa de 20 de octubre de 1906, relativa al empleo del hormigón armado.

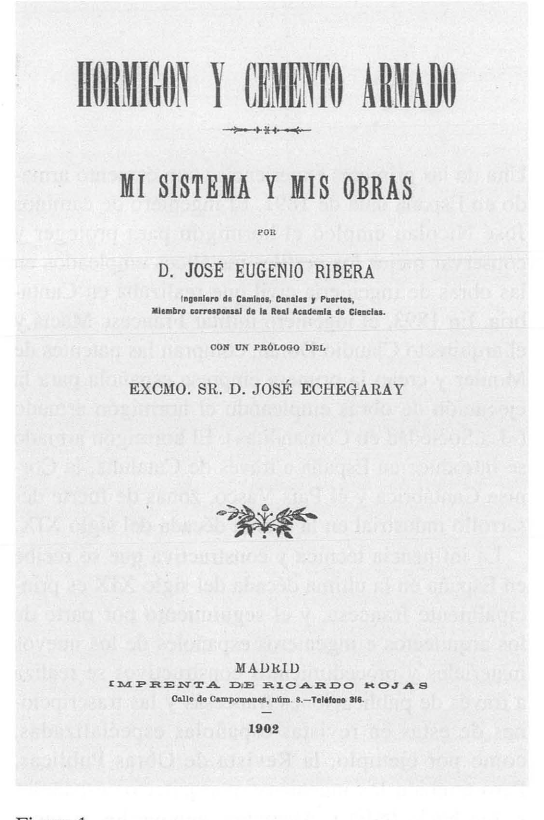
Es el declive de las patentes. Los constructores y técnicos no se limitan ya a aplicar un recetario de soluciones estructurales. Proyectan y calculan estructuras de hormigón. En España, el declive de las patentes se produjo al mismo tiempo que en el resto de Europa, principios del siglo XX, pero con la diferencia de que el empleo del hormigón armado había empezado solamente una década antes. En un periodo corto, de apenas un lustro, se pasa de importar patentes y sistemas de cemento y hormigón armado franceses y alemanes, a emplear procedimientos de calculo y puesta en obra propios (o «relativamente» propios).

La manera de que una técnica constructiva sea universal, es desarrollar teorías de calculo y ejecución suficientemente fiables, y que estén al alcance de técnicos capacitados para llevarlas a la practica. Desde ese momento, las patentes empiezan a perder sentido y, sobretodo, cuota de negocio. Este paso del producto a la técnica que sufrió el hormigón armado necesitaba el soporte de manuales técnicos a disposición de los arquitectos e ingenieros que quisieran emplear el hormigón armado.

Los principales manuales conocidos publicados en España por técnicos españoles entre 1900 y 1911 son:

- Luengo, Juan. 1900. *Cementos armados, descripción y cálculo de las obras*. Madrid: Bailly-Bailliere.
- Ribera, José Eugenio. 1902. *Hormigón y cemento armado. Mi sistema y mis obras*. Madrid: Imprenta de Ricardo Rojas.
- Seco de la Zarza, Ricardo. 1910. *Cemento armado. Cálculo rápido, datos prácticos*. Madrid: P. Orrier editor.
- Zafra, Juan Manuel. 1911. *Construcciones de hormigón armado*. Madrid: Imprenta de V. Tordesillas.

En este artículo analizaremos: *Hormigón y cemento armado. Mi sistema y mis obras,* de José Eugenio Ribera, y *Cemento armado. Cálculo rápido, datos prácticos,* de Seco de la Zarza. En mi opinión suponen el primer y último manual de una década que daría paso a la historia moderna del hormigón armado en España, que estaría encabezada por Juan Manuel Zafra. El *Tratado de hormigón armado,* de Zafra, fue el primer texto riguroso y científico español sobre ejecución y cálculo de estructuras de hormigón armado.


HORMIGON Y CEMENTO ARMADO

MI SISTEMA Y MIS OBRAS

POR

D. JOSÉ EUGENIO RIBERA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos,
Miembro corresponsal de la Real Academia de Ciencias.

CON UN PRÓLOGO DEL

EXCMO. SR. D. JOSÉ ECHEGARAY

MADRID
IMPRENTA DE RICARDO ROJAS
Calle de Campomanes, núm. 8.—Teléfono 316.

1902

Figura 1
Hormigón y cemento armado. Mi sistema y mis obras. José Eugenio Ribera. Imprenta de Ricardo Rojas. Madrid 1902

El empleo en España del hormigón armado, entendido como material estructural (tal y como lo concebimos hoy en día), se produce por primera vez entre los

años 1897 y 1898 de la mano de Hennebique y Rivera. En 1897, José Eugenio Rivera (1864–1936), joven ingeniero de caminos español, entra en contacto con Hennebique en Francia. Como ingeniero del Estado tiene amplia influencia en los círculos profesionales y empresas constructoras de obras civiles y edificación. En 1897 se introduce en España François Hennebique, de la mano de Eugenio Ribera, con su «sistema completo» de construcción en hormigón armado (a diferencia de otras patentes, la patente de Hennebique permitía ejecutar completa la estructura de un edificio, y no solo elementos parciales de la misma). Aunque Eugenio Rivera fue concesionario y representante en Asturias en la primera etapa de Hennebique en España, la única obra importante que realizaron juntos fueron los forjados de la cárcel de Oviedo. Desde esta fecha, 1897 y hasta 1901, Eugenio Rivera se atribuye la construcción como proyectista o director de los trabajos de 54 obras de envergadura en hormigón armado (entre obras construidas con el sistema Hennebique y obras «suyas»), aunque en ningún caso hace referencia al empleo del sistema Hennebique. Este periodo profesional culmina con la publicación del manual *Hormigón y cemento armado. Mi sistema y mis obras* (Rivera 1902). Esta publicación, de acusado carácter «personal», pretende revindicar para Eugenio Ribera el máximo protagonismo en la introducción del hormigón armado en España, aprovechando el reciente declive (que se prolongaría durante casi una década) de la aplicación de patentes ligadas al hormigón armado. Para ello cuenta con un incondicional prólogo de José Echegaray.

Estructura del manual

La estructura del manual es la siguiente: «Prólogo», de José Echegaray, introducción, y 6 capítulos, de los cuales, el primero describe procedimientos constructivos y métodos de cálculo de elementos de hormigón armado. Capitulo I: «Descripción y cálculos de mi sistema de hormigón armado» (Rivera 1902, 1–19). El resto de los capítulos (del 2 al 6) son meramente divulgadores de ejemplos, ordenados por tipologías constructivas de obras en hormigón armado en las que participo el autor. Se aportan fotografías de notable interés.

Es interesante reseñar el «Resumen de las ventajas del hormigón armado» (Rivera 1902, 72–78), que pone en evidencia la necesidad de convencer aún de las bondades de la técnica del hormigón armado. Este manual consta de 78 páginas.

Elementos estructurales recogidos

El capitulo I «Descripción y cálculos de mi sistema de hormigón armado» (Rivera 1902, 1–19), comienza con un listado exhaustivo de las obras en hormigón armado proyectadas, ejecutadas o dirigidas por Eugenio Ribera. Las obras más significativas, en opinión de Ribera, se ilustrarán gráficamente y ordenadas por tipologías, en los capítulos posteriores.

Ribera reconoce la diversidad de sistemas empleados en Europa y España a principio de siglo (Monier, Cottancin, Coignet, Hennebique, Tedesco, Bonna, Melan, Wayss, Dubois, Boussiron, Matrai, Golding, Bordenave y Unciti), y los divide (arbitrariamente) en dos grandes grupos: Los que afinan el cálculo de las piezas de hormigón hasta «grados insospechados» y por consiguiente, encarecen la ejecución de las obras, y los que, por emplear cálculos menos precisos y dimensionados más generosos, encarecen la obra por consumo excesivo de material. Eugenio Ribera, con su sistema, aspira a situarse en el «buen termino medio».

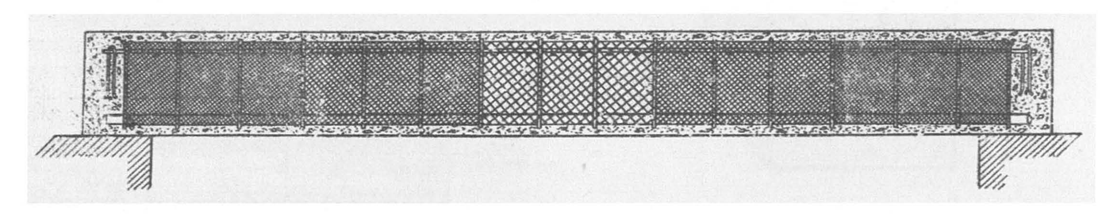


Figura 2
Cálculo de piezas de hormigón armado

El sistema de Ribera es el siguiente: para ejecutar vigas de hormigón armado emplea un armado simétrico inferior-superior, siendo mayor la sección de hierro de la zona inferior de la viga. La particularidad del sistema de Ribera respecto a otras patentes es que estos dos armados se enlazan con una tela metálica (o «metal deployé») que rodea la viga. La tela metálica es de alambre de acero retorcido, formando en la viga una doble celosía a 45º. Se disponen también horquillas de hierro redondo cada 50 cm. La tela metálica se hacia mas espesa cerca de los apoyos, punto de cortante máximo. El armado de los pilares parte del mismo principio. Generalmente se disponían 4 barras, una en cada esquina, y el conjunto se rodeaba con una tela metálica.

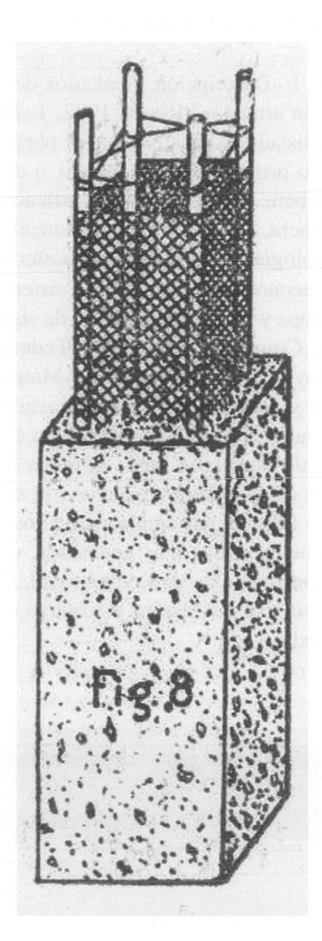


Figura 3
Cálculo de piezas de hormigón armado

Eugenio Ribera cita a los principales teóricos de la época en cálculo de hormigón armado, advirtiendo de las indudables lagunas existentes en las formulaciones teóricas. Por ello, recomienda tomar las necesarias precauciones, «haciendo trabajar a los materiales a resistencias muy inferiores a las resistencias efectivas».

Cálculo de pilares

El planteamiento de cálculo de pilares de Ribera es por un lado contemporáneo, y por otro, podía resultar temerario. Contemporáneo, porque asigna al hormigón la capacidad portante principal a compresión del pilar, resultando la sección de hierro resistente como la diferencia entre la carga a resistir por el pilar y la resistencia de la sección de hormigón (como veremos, otros tratadistas o patentes como Hennebique o Ricardo Seco asignan al hormigón y al hierro la misma capacidad portante). Temeraria porque desprecia el pandeo (Rivera 1902, 10), aunque hay que reconocer que, dadas las hipótesis de cálculo empleadas y las alturas de pilares consideradas habitualmente, no resultaba especialmente peligroso.

Cálculo de forjados o losas

Eugenio Ribera parte de que todas las teorías de hormigón armado están fundadas en hacer trabajar al hormigón a compresión y al hierro a tracción. Para ello, y dada una sección unitaria rectangular, calcula la posición de la fibra neutra del forjado, que determinará el brazo de palanca que permitirá dimensionar las barras de hierro. En este apartado hace una de las pocas referencias de todo el manual a recomendaciones constructivas de ejecución: el recubrimiento recomendable de las barras de hierro es de 25 mm.

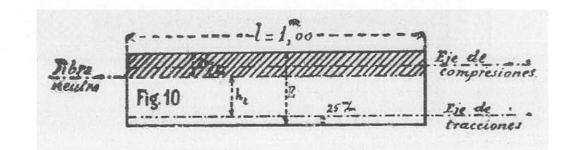


Figura 4

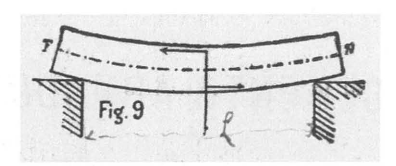


Figura 5

El cálculo de la posición de la fibra neutra resulta de equilibrar el semi-momento flector con la resistencia a compresión de una sección de hormigón rectangular: «suponiendo que la compresión se reparta uniformemente», hipótesis admitida por Hennebique (Rivera 1902, 11). El resultado publicado (Rivera 1902, 12), despejando las ecuaciones propuestas por Ribera es: $2hc = \sqrt{M_f/R_c}$, siendo hc la distancia del eje de compresiones a la fibra neutra.[1]

Para calcular el brazo de palanca que permite dimensionar la sección de hierro necesaria se parte del dato hc y del dimensionado previo que debe de haber realizado el constructor: «*E* (el canto) es un dato del problema, que los constructores fijan a priori, con arreglo a las luces, cargas y destino del forjado» (Rivera 1902, 12).

Del predimensionado previo de la esbeltez del forjado o losa no se da ninguna pista.

Se adopta como momento flector genérico $M_f = ql^2/10$, momento flector empleado habitualmente por Hennebique.

Cálculo de vigas

Ribera considera que el forjado y la viga son dos elementos solidarios. El forjado o losa constituye la cabeza superior de una viga simple T. Análogamente al cálculo efectuado para los forjados o losas, Ribera calcula la posición de la fibra neutra, aunque, al final, concluye que esta se sitúa 1 ó 2 cm por debajo del forjado.

Cálculo de esfuerzo cortante

Ribera postula que el esfuerzo cortante ha de ser resistido por las barras de hierro superiores e inferiores y por la tela metálica que envuelve la viga. Al hormigón no se le asigna ninguna resistencia a cortante. El incremento de la resistencia a cortante del elemento estructural vendrá dado por reforzar la tela metálica o «metal deployé» cerca de los apoyos.

Resistencias consideradas

La resistencia del hormigón varia según la dosificación. Ribera propone una serie de dosificaciones en función de la resistencia demandada al hormigón. Con dosificacaciones de 800 kg de Pórtland por m^3 de masa, se conseguía una resistencia de 40 kg/cm^2. Con 500 Kg/m^3 de cemento, la resistencia se reducía a 35 kg/cm^2, y con 300 kg/m^3 de cemento (la más habitual), la resistencia bajaba a 25 kg/cm^2. El cemento tenia que ser Pórtland, excluyéndose expresamente es cemento Laitier o de escorias.[2] Ribera no indica las proporciones ni características del árido o la arena. El hierro se dimensiona considerando una resistencia de 10 Kg/mm^2, aunque, si se empleaba acero dulce Martin Siemens, se podía elevar la resistencia a 12 kg/mm^2. La resistencia a cortante del hormigón es despreciada, y la del acero es la misma que se le asignaba pero reducida en 2 Kg/mm^2.

Conclusión

El objetivo de Ribera era divulgar sus obras de hormigón armado. El capitulo I «Descripción y cálculos de mi sistema de hormigón armado» (Rivera 1902, 1–19) resume de manera inconexa algunos procedimientos de cálculo de Hennebique. Esta brevedad no le resta calidad a la comprensión de la manera de trabajar del hormigón armado, como queda patente, por ejemplo, en el procedimiento de calculo de los pilares.

La aportación de Ribera, «su sistema», consistía, a grandes rasgos, en envolver las armaduras en tela metálica o «metal deployé». Se empleó en pocas ocasiones, ya que constructivamente resultaba muy complejo (nótese que en este manual no se describe ningún procedimiento de ejecución de estructuras de hormigón armado). Ribera, desligado ya de Hennebique, necesitaba, como abanderado del hormigón armado en España, encabezar un sistema propio de estructuras de hormigón armado. Era el momento idóneo para plantearlo, aunque el resultado fuese un sistema muy forzado constructivamente. Su em-

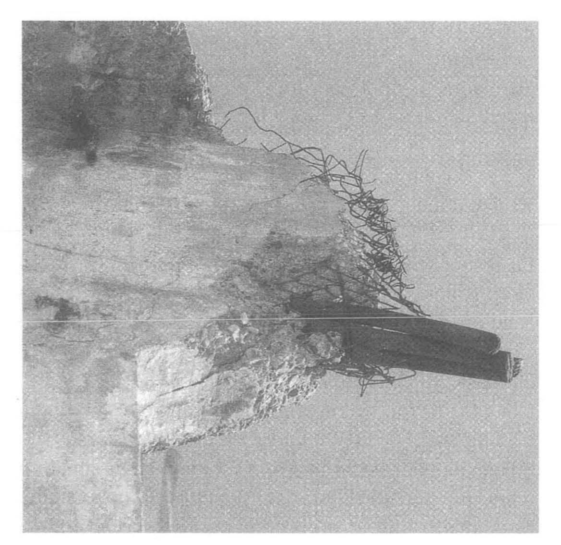
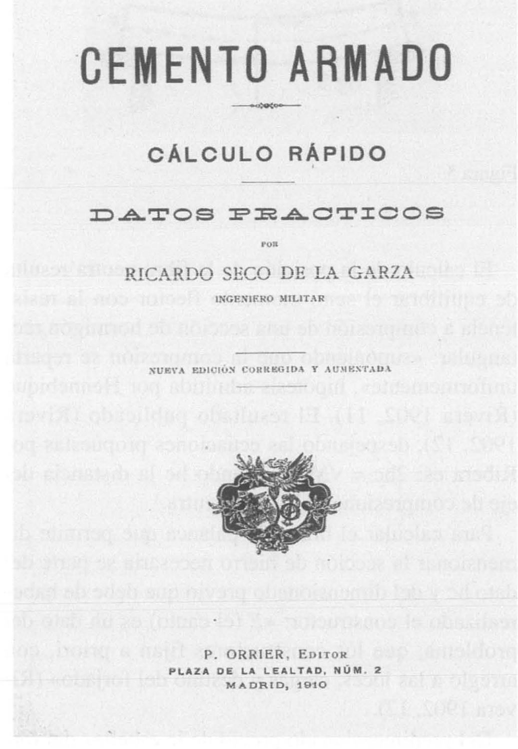


Figura 6



CEMENTO ARMADO

CÁLCULO RÁPIDO

DATOS PRACTICOS

POR

RICARDO SECO DE LA GARZA

INGENIERO MILITAR

NUEVA EDICIÓN CORREGIDA Y AUMENTADA

P. ORRIER, EDITOR

PLAZA DE LA LEALTAD, NÚM. 2

MADRID, 1910

Figura 7
Cemento armado. Cálculo rápido, datos prácticos. (Seco de la Zarza 1910)

pleo fue escaso, limitado sobre todo a obras de su autor.

El ingeniero militar Ricardo Seco de la Garza publicó en 1910 el folleto *Cemento armado. Cálculo rápido, datos prácticos*, 8 años mas tarde que el manual de Ribera. Este teniente coronel de ingenieros fue el responsable de la delegación de la casa Hennebique que se formó en Madrid en 1898, teniendo a Eugenio Ribera como concesionario en Asturias. Este manual de cálculo (no se puede elevar a la categoría de tratado) marca, a mi juicio, el final de una década de constructores y calculistas que apoyaban su actividad profesional en la experiencia contrastada de la aplicación de las patentes, en la intuición constructiva y en la aplicación de "recetas" y simplificaciones, en muchos casos burdas, pero suficientes para topologías estructurales de luces cortas y cantos generosos. Sería Zafra quien con su tratado *Construcciones de hormigón armado*, marcaría el comienzo en España de una literatura científica y rigurosa sobre el hormigón armado.

Estructura del manual

La estructura del manual es claramente práctica. Se divide en: reseña histórica, 9 capítulos y un apartado de tablas y ábacos. Consta de 123 paginas. Introduce en la cabecera y final del libro publicidad de sistemas y concesionarios Españoles de hormigón armado. Aunque este manual se publica en 1910, dedica la introducción y sus dos primeros capítulos a presentar una breve historia del hormigón o cemento armado y glosar las ventajas del cemento armado.

Elementos estructurales recogidos

En el capitulo 4, «Principales elementos de construcción» (Seco 1910, 17), se recogen los elementos «por la combinación de los cuales se puede formar una construcción». Estos son: Losas o forjados, vigas y pilares.

Losas y forjados: Presenta y explica constructivamente los siguientes «tipos»: Mariel (similar a la dis-

posición de armaduras de las losas actuales), Hyatt, Jausom, Cottancin y Hennebique. Se trata también la losa armada con «metal deployé» (promotor publicitario del manual), aunque se le reconoce como especialmente apto para ser empleado sobre vigas metálicas. Los forjados y losas considerados como tales son aquellos que tienen menos de 10 cm de espesor. Cuando se supera este espesor, las armaduras se definen como similares a la de las vigas, e incluso, se duplican los mallazos (superior e inferior). Se recomienda para estos casos el empleo de la armadura del sistema Hennebique.

La tipología constructiva de las vigas se aborda desde la disposición de la armadura de estas: vigas «de una armadura» o «disimétricas», vigas «de dos armaduras simétricas» y vigas de una armadura inferior con refuerzo de negativos para contrarrestar los esfuerzos de empotramiento. En este apartado se desarrollan constructivamente los sistemas de vigas Monier, Societé de Creces, Parvin de Lafarge y Hennebique.

La disposición constructiva de los pilares que se recoge es la de Hennebique, aunque se admiten variantes como la sustitución de las llantas de estribos por alambres o por «metal deployé» (véase Ribera). Estos «arriostramientos» deben de situarse separados entre sí una distancia igual al doble del lado del pilar.

Cálculo de piezas de hormigón armado

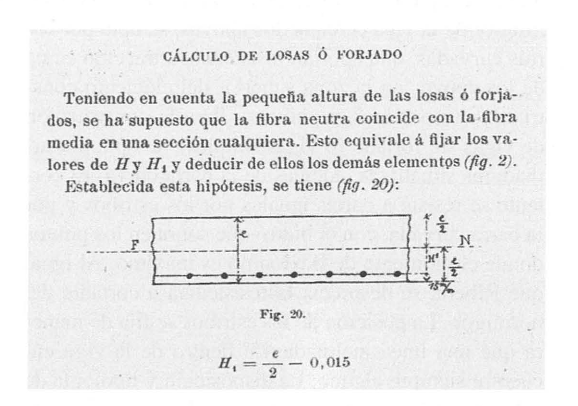
Los procedimientos de calculo propuestos por Seco se recogen en el capitulo 5 «Cálculo rápido de piezas de cemento armado» (Seco 1910, 29–72). Se considera que la estructura de una construcción no es unitaria, sino la suma de una serie de elementos constructivos que se dimensionan y calculan independientemente.

Hipótesis de partida

La formulación de base para el cálculo parte de las teorías de Considère (empleadas también por Hennebique), estableciendo la hipótesis de que «el momento de flexión se reparte por igual entre la solera comprimida y la extendida, ya sean estas de hormigón o metálicas». El momento de flexión para el calculo de cualquier pieza queda fijado como: $M_f = ql^2/10$.

Posición de la fibra neutra

La posición de la fibra neutra es uno de los motivos de discusión de los principales teóricos de la época del hormigón armado. Ricardo Seco fija la posición de la fibra neutra en el eje de la pieza a calcular (esta es la disposición empleada por Hennebique y sancionada por la práctica como suficientemente segura y económica). De esta manera, son conocidas de antemano las distancias que generaran el brazo de palanca que servirá para equilibrar los esfuerzos de tracción y compresión en el elemento constructivo.[3]


CÁLCULO DE LOSAS Ó FORJADO

Teniendo en cuenta la pequeña altura de las losas ó forjados, se ha supuesto que la fibra neutra coincide con la fibra media en una sección cualquiera. Esto equivale á fijar los valores de *H* y H_1 y deducir de ellos los demás elementos *(fig. 2)*.

Establecida esta hipótesis, se tiene *(fig. 20)*:

Fig. 20.

$$H_1 = \frac{e}{2} - 0,015$$

Figura 8

Para el cálculo de vigas con forjado (tipología habitual en el catálogo de Hennebique) la fibra neutra se sitúa 2 cm por debajo del forjado (Seco 1910, 36, fig. 21), ya que se considera que el forjado actúa como elemento comprimido.

Disposición de barras

Por regla general se emplean barras rectas de lado a lado del elemento constructivo y se sitúan en la zona inferior del mismo. Se introducen también, además de las barras rectas, barras curvas que discurren dentro de la viga siguiendo la ley de momentos flectores positivos.

Seco justifica esta disposición desde el punto de vista económico. Como no se contempla la posibili-

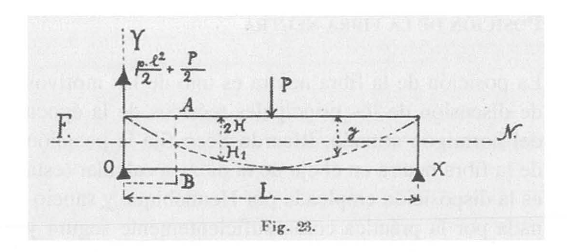


Figura 9

dad de empalmar barras ni reducir su número dentro de la viga, para reducir el exceso de metal en la parte inferior de la viga cerca de los apoyos, se opta por barras curvadas, que aportan resistencia a tracción cerca de los apoyos en la zona superior del elemento constructivo (momentos negativos). Para la construcción de vigas sin forjado (o vigas simples), se opta por armaduras simétricas, además de la barra curva. El cortante se resiste a partes iguales por los estribos y por la barra curvada, con el hierro que sobra en los puntos donde el momento de flexión no es máximo. Al igual que Ribera, se desprecia la resistencia a cortante del hormigón. La posición de los estribos se fija de manera que una línea inclinada 45º dentro de la viga encuentre siempre alguno. La disposición y tipología de estribos es la adoptada por Hennebique (llantas de hierro de 20 a 50 mm de anchura y de 2 a 6 mm de espesor), proponiéndose tablas genéricas de armado.

Cálculo de pilares

Se calculan considerando exclusivamente las cargas verticales a compresión. Se sigue el sistema de Hennebique. La resistencia se reparte a partes iguales entre las barras de hierro y el hormigón.

Coeficientes de seguridad

Se considera que la experiencia ha sancionado la formulación anteriormente expuesta como suficientemente segura. Hennebique ha realizado pruebas de carga donde se ha superado la flecha admisible con una carga superior a 2,5 veces la de cálculo y se ha roto la pieza con cargas superiores a 11 ó 12 veces la prevista.

Resistencias consideradas

Se considera una resistencia para el hormigón de 25 kg/cm^2 y para el acero de 10 kg/mm^2. Este capítulo se completa con ejemplos de calculo de distintos elementos de hormigón armado.

Ejecución de estructuras de hormigón armado

En el capitulo 6, «Detalles prácticos de construcción» (Seco 1910, 73), se explican los procesos de ejecución de estructuras de hormigón armado, haciendo especial hincapié en el apartado «procedimiento general de moldes» (o encofrados). El material empleado para los encofrados es la madera. Se explica paso a paso la construcción de los moldes de cada elemento constructivo, dibujando pormenorizadamente las disposiciones de tablas de encofrado o molde. En algunos casos, Ricardo Seco recurre a imágenes de los procedimientos de Hennebique.[4]

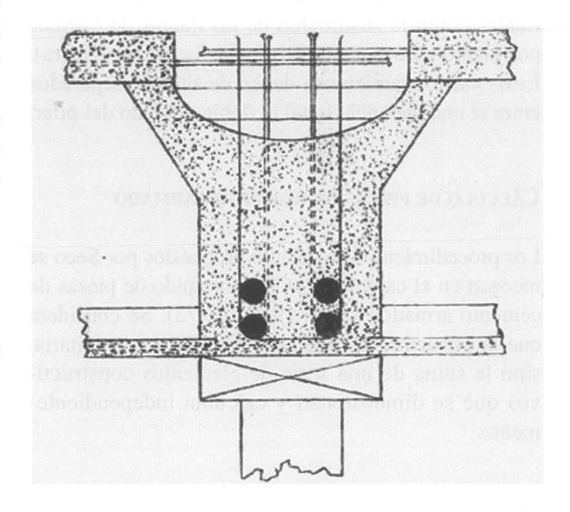


Figura 10

Genéricamente, la puesta en obra del hormigón se realiza de la siguiente manera: una vez construido el encofrado o molde se coloca el hormigón de cemento por capas de aproximadamente 3 cm de espesor, y los hierros en la posición que les corresponda, apiso-

nando el primero a fin de darle compacidad, impedir la formación de bolsas dentro de su masa y expulsar el exceso de agua que tenga. Los desencofrados se realizaban a las 24 horas de terminado el hormigonado del elemento constructivo.

Seco defiende la idea de que no es necesario emplear obreros especializados en obras de hormigón armado, sino que un buen maestro de obra y buenos «portlanistas» pueden construir fácilmente obras de hormigón armado, luchando contra la creencia, ampliamente divulgada por los concesionarios de patentes, de que la ejecución de estructuras de hormigón armado requería personal especializado y, por supuesto, caro y escaso.

Tiene en mi opinión especial interés el capitulo 7 «Por piezas construidas aisladamente» (Seco 1910, 91), en la que se introduce claramente el concepto de prefabricación en las estructuras de hormigón armado. Este procedimiento consiste en «construir separadamente cada una de las piezas del piso, cabios, vigas principales y recuadros de forjado». Estos elementos, a los que se les dejan esperas de hierro, son unidos posteriormente en obra con mortero «muy rico en cemento». Este es el único manual donde se recoge la posibilidad de prefabricar en hormigón armado. Ricardo Seco propone soluciones adoptadas al respecto por Hennebique, Cottancin, Coignet y Bonna.

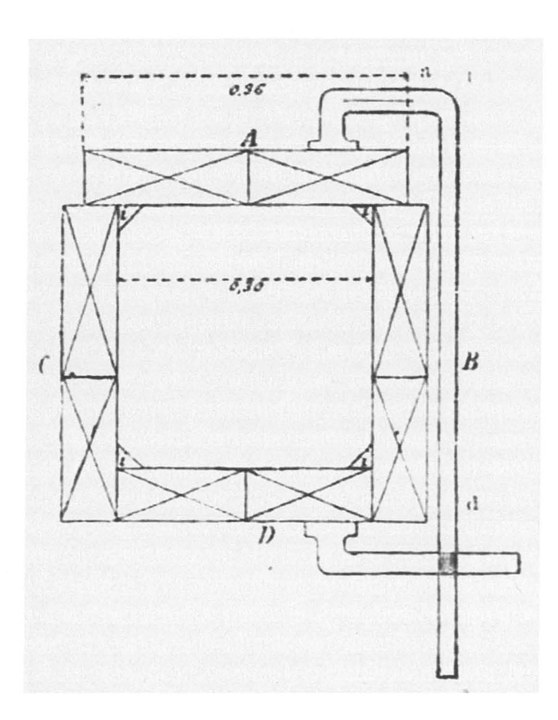


Figura 11

El material

En el capitulo 9. «Hormigón» (Seco 1910, 107), se indica «la manera de confeccionar» el hormigón armado.

Cemento a emplear: Cementos Pórtland, descartando el empleo de los cemento de escoria o Laitier.

Arena: Arenas silíceas y cuarzosas.

Grava: De cualquier naturaleza, pero en diámetros comprendidos entre 2 y 3 cm.

Dosificaciones: Se siguen las indicaciones de Hennebique: 300 kg/m^3 de cemento de una mezcla, por partes iguales de arena y grava.

Para obras con elementos de pequeño espesor se emplea la dosificación de 600 kg de cemento por m^3 de arena.

Conclusión

Este manual, ampliamente influenciado por Hennebique, no pretende aportar ninguna idea original, ya sea conceptual, teórica o constructiva. Su objetivo es hacer posible la práctica del hormigón armado a través de la experiencia y conocimientos adquiridos por el autor, además del amplio conocimiento de Ricardo Seco de los sistemas empleados en España y Europa. En destacable la sencillez conceptual del planteamiento y las explicaciones de los mismo, y el esfuerzo realizado en las explicaciones de puesta en obra y empleo de encofrados. De especial interés e inédito en manuales o tratados de hormigón armado en España hasta la fecha, resulta la referencia a la prefabricación de estructuras de hormigón armado.

Notas

1. En la traducción de José Cebada Ruiz del manual Vacchelli, José. 1903. *Las construcciones de hormigón y cemento armado.* Madrid: Romo y Füssel (eds), se recoge una trascripción literal de los cálculos de Eugenio Ribera.

2. Eugenio Ribera actuó en nombre y representación del Gobierno español en agosto de 1897 en el congreso de Estocolmo de la «Asociación Internacional para el Ensayo de Materiales», en el que se debatía la idoneidad del empleo del cemento Pórtland o Laitier (cemento de escoria).
3. Nótese la diferencia entre la propuesta de Ribera sobre el cálculo de la posición de la fibra neutra y la decisión de fijar esta en el eje de la viga. Los cálculos de Ribera sitúan siempre la fibra neutra por encima del eje de la viga, lo que, al aumentar el brazo de palanca necesario para resistir el momento flector, reduce la cantidad de armadura de hierro. La postura de Seco es dogmática y no se justifica desde el calculo, pero es más segura al aumentar la sección de hierro a emplear.
4. Resulta especialmente interesante el método para ejecutar pilares de hormigón (Seco 1910, 74–75).

La obra del puente: fuente primaria para su conocimiento e identificación

Manuel Durán Fuentes

Los estudios sobre puentes antiguos están tomando un creciente interés dentro de diversos ámbitos profesionales, tanto de historiadores y arqueólogos como de ingenieros y arquitectos. En parte se debe al establecimiento de nuevas políticas de conservación y valorización del Patrimonio Construido, que han extendido su concepción más allá de los ejemplos arquitectónicos, y al reconocimiento del valor histórico y patrimonial de las obras públicas en general y los puentes en particular. Creemos necesario que los trabajos sobre estas obras, superen los estrechos límites de los que solo incluían su descripción y la publicación de algún dato o documento histórico, e incorporen su estudio constructivo y tipológico, el análisis de los paramentos para recabar información sobre sus diferentes fábricas, el estudio dimensional de la obra y, a ser posible, aporte precisos planos del puente.

La documentación que puede hallarse sobre los puentes romanos es muy reducida, y en muchos casos inexistente. Por tanto, la fuente primaria y casi exclusiva para su conocimiento son las propias obras a las que hay que analizar para extraer aquellos aspectos constructivos, tipológicos y dimensionales que nos puedan ayudar a ello. Con esta metodología de trabajo se ha analizado la construcción de una muestra amplia de puentes romanos, cuyo origen no ofrece duda, con objeto de buscar, en su sistematización, un conjunto de características y singularidades que, desde distintos aspectos (constructivos, formales, ornamentales, dimensionales), permitan conocerlos y diferenciarlos de los puentes de épocas posteriores. Estas labores de identificación son menos complicadas si la fábrica es de sillería, ya que su labra, el tipo de aparejo y la habitual ejecución esmerada son los primeros indicios que permiten reconocerla. Si el puente se ejecutó con mampostería («opus vittatum»), a base de lajas de esquisto, ladrillo («opus latericiae»), o una mezcla de ambos, la identificación basada en el análisis de la fábrica tiene una mayor dificultad, ya que apenas se distingue de otras similares realizadas posteriormente; en este caso, serán necesarios más testimonios que procederán de otras disciplinas, como la historia, la arqueología, la geología, etc., que aportarán datos complementarios de la propia obra y de su entorno; así el origen romano de la alcantarilla de Miróbriga, construida con una

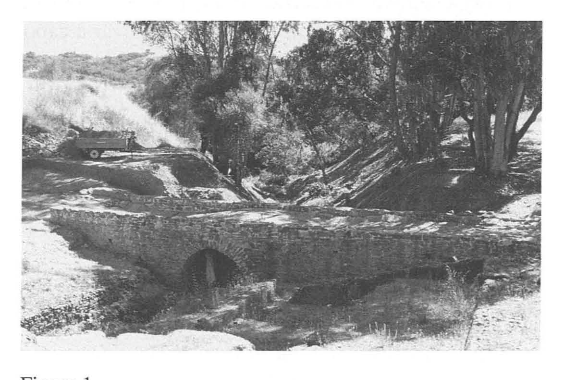


Figura 1
Alcantarilla de Miróbriga (Potugal)

mampostería ordinaria (cal y canto) de lajas, muy difícil de identificar, no ofrece duda por haberse excavado en el interior del recinto arqueológico de esta ciudad luso-romana.

Reconocemos la dificultad que, en algunos casos, entraña esta identificación, incrementada por el hecho de que se siguió construyendo «a la manera romana» muchos siglos después, con diseños, modelos y técnicas similares. Más complicado resulta datar la construcción de un puente en una fecha o en un período temporal no muy amplio, ya que se carece de los estudios estilísticos, constructivos, históricos, arqueológicos, geológicos, geográficos, etc., necesarios para ello. Es una cuestión de futuro, pues habrá que esperar a que se elaboren estos imprescindibles trabajos de sistematización constructiva de las obras públicas romanas, que sigan la estela de otros similares hechos por los grandes maestros como Lugli, Blake, Galliazzo, Gazzola, Forbes, o Fernández Casado.

Análisis constructivo de los puentes romanos

La construcción de las obras públicas fue realizada por personal técnico especializado que dependía de la administración imperial que le encomendaba los trabajos y le enviaba a las obras; en muchas ocasiones, en esta decisión intervenía el propio emperador. Adriano, por ejemplo, llevaba en sus numerosos viajes un equipo de arquitectos, ingenieros y artesanos que llevaban a cabo las obras que prodigaba en sus visitas (Birley 2003, 227). También el ejército imperial aportaba este tipo de personal técnico incluso la mano de obra, por su buena preparación y disposición organizativa (Galliazzo 1994, l, 193), y por la provisión de los medios necesarios para llevar a cabo sus actuaciones especializadas y que solo el ejército pudo disponer (Février 1979, 91); además en la instrucción militar los mandos incluían la ejecución de obras públicas, ya que opinaban que el manejo de las piedras y otros trabajos propios de la actividad, fortalecía el cuerpo del legionario. De este modo, el emperador disponía de una mano de obra cualificada y económica, que le permitía ser generoso. El «curator» Frontino afirmaba que los legionarios construían los puentes más rápido que sus enemigos para mostrarles su superioridad y hacerles caer en el desánimo (Bohec 2004, 148–150). Estas intervenciones del ejército estaban favorecidas por las consignas de que la tropa no debía estar desocupada en tiempos de paz y una buena forma era utilizarlas en la construcción y mantenimiento de las obras públicas, en la fabricación de materiales como ladrillos (en muchos aparecen los numerales de las legiones a las que pertenecían), extracción de piedra, labrado de sillares, etc. En España está atestiguada la intervención del ejército, en concreto personal de tres legiones, la IIII «Macedonica», la VI «Victrix» y la X «Gemina», en la construcción del puente de Martorell sobre el río Llobregat; en algunos sillares de su fábrica se conservan inscripciones con sus respectivos numerales (LIIII, LVI y LX). Estas mismas legiones intervinieron en la construcción de la vía que enlazaba «Oiasso» con «Caesaraugusta» pasando por «Pompaelo», tal como se desprende de los miliarios de Sora (L·X·G), de Castiliscar I (Leg IIII Mac) y Castiliscar II (L VI), todos ellos hallados en la provincia de Zaragoza (Lostal 1992, 26–28). La «Legio» VII quizá intervino en la construcción del puente de Chaves (Portugal), según se desprende de la inscripción de la columna honorífica que en él había, y es posible que algunos numerales que se ven en los puentes gallegos Bibei y Navea —X, CX y CXI en el primero, y <X y un numeral similar a un 8 en el segundo— recuerden la participación de una *vexillatio* u otro cuerpo militar. En otros casos su presencia está indicada, expresamente, en lápidas alojadas en la obra, como las conservadas en el puente acueducto de Cesárea Marítima en Israel, en las que se cita, enmarcadas en una *tabula ansata*, la presencia, en tiempos de Adria-

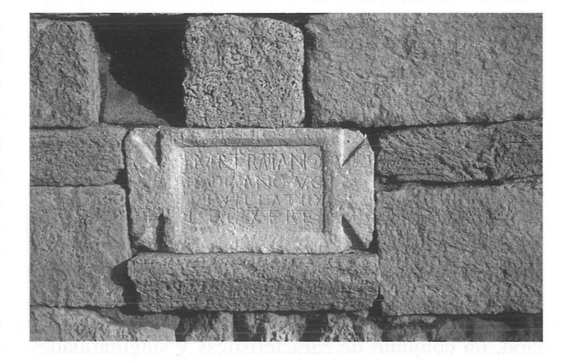


Figura 2
Inscripción de una «vexillatio» de la «Legio X Fretensis» en el acueducto de Cesarea Marítima (Israel)

no, de «vexillatonis» de las legiones II «Trajana Fortis» y de la X «Fretensis»; en estas ocasiones, estos grupos de soldados eran agrupados bajo un estandarte, «vexillum», para la ejecución de una obra pública (Bohec 2004, 41 y ss).

La participación del ejército en las obras públicas ni evitaba ni reducía la actuación de personal civil en su construcción, presentes ya desde épocas republicanas. En un texto de Tito Livio, «Ab urbe condita», se menciona la elección de dos censores «Q. Fulvius Flaccus y A. Postumius Albinusque» que fueron los primeros en contratar civiles para la construcción de vías y puentes en el año 174 a.C. (Rodríguez Morales 2003, 24).

Esta participación de funcionarios, contratistas civiles y técnicos militares en la construcción de las obras públicas estaría regida por una cierta normativa oficial que, sin duda, favorecía que fueran ejecutadas con similares criterios de diseño y condiciones constructivas en todo el Imperio. Este hecho, apreciable en muchos puentes de países que formaron parte del antiguo Imperio (España, Portugal, Francia, Italia, Turquía, Siria, Jordania y Túnez), hace posible su sistematización constructiva; gracias a ella se ha podido reunir un conjunto de peculiaridades, en el que nos apoyaremos para incrementar el conocimiento de estas obras, e incluso contribuir a su identificación.

Características constructivas de los puentes de *Hispania*

La muestra de puentes hispánicos que se ha estudiado, la componen treinta y seis obras cuyo origen romano no nos ofrece duda; la mayoría de ellas son conocidas desde antiguo, pero otras son unas auténticas desconocidas, como, por ejemplo, los puentes portugueses do Arco y Arquinho. Su estado de conservación es muy variable, pues cuatro apenas conservan restos (Ponte de Vila Ruiva en Portugal, puentes de Pertusa en Huesca y Aljucén en Cáceres, y el de A Pontóriga en Ourense); otro, bien conservado, está actualmente bajo las aguas de un embalse (Ponte Pedriña en Ourense); seis, que poseen una pequeña parte de la fábrica original, están muy reconstruidos (Ponte Vella, Ponte da Cigarrosa, Ponte Navea y de Baños de Molgas en Ourense, Ponte Romana de Lugo y el Puente del Diablo en Martorell); dos puentes, de claro origen romano, no poseen, según nuestra opinión, la fábrica original sino una procedente de una reconstrucción de época árabe (los cordobeses de Villa del Río y Los Pedroches); el resto, hasta veintitrés (las dos alcantarillas de Cerezo de Riotirón (Burgos), la alcantarilla de Miróbriga y el Ponte do Arco en Portugal, el sevillano de Alcantarillas, los emeritenses Alcantarilla, Albarregas y de Mérida sobre el Guadiana, los portugueses Ponte de Lima, Ponte Velha de Vila Formosa, Ponte de Ribeira do Forno, Ponte de San Miguel, Ponte do Arquinho, Ponte de Pedra, Ponte de Chaves y la alcantarilla de São Lourenço, los puentes cacereños de Segura, de Alcántara, de Caparra y de Alconétar, el de Salamanca y el Ponte Freixo en Ourense) conservan gran parte de su fábrica original.

La metodología seguida tuvo su punto de partida en la búsqueda de la bibliografía publicada sobre estos puentes, y en la realización de una toma de datos con trabajos de campo, que han incluido el levantamiento topográfico de la obra, un análisis de la fábrica con una detenida lectura de paramentos, y la obtención de una amplia documentación fotográfica. Se elaboraron planos a escala, de la planta y un alzado, de todos los puentes, salvo los de los puentes de Mérida y de Alcántara, pues de ambos ya se ha publicado una buena cartografía. Con estos datos y el material gráfico y documental elaborado, se realizaron los estudios dimensionales y constructivos de cada uno de ellos, lo que, en algún caso, nos exigió nuevas visitas con objeto de confirmar ciertos resultados y resolver algunas dudas. Hemos reunido de todos los puentes romanos estudiados de «Hispania» un conjunto de tipologías y de características constructivas, formales y dimensionales que confiamos que sea de utilidad para su identificación (Durán, 2001). Estos trabajos serán publicados próximamente (diciembre de 2004), en un libro que tratará sobre la construcción de puentes romanos de «Hispania». A continuación exponemos las tipologías y características constructivas principales que hemos mencionado:

Tipologías

Carlos Fernández Casado (1980) propuso una sistematización cronológica de los puentes romanos españoles desde un punto de vista morfológico, a pesar de la dificultad que ello entrañaba y que él mismo re-

conoció. La ordenación la realizó en torno a tres modelos de puentes representados por el de Mérida, Alcántara y Cangas de Onís (erróneamente considerado como romano). El primer modelo es una obra de poca altura, rasante alomada y con una relación grande del espesor de la pila y las luces contiguas que le daba una insuficiente sección de desagüe, que los romanos trataron de aumentar con desaguaderos en los tímpanos, consecuencia de «la falta de dominio en el modo de enfocar el problema del puente». Desde el punto de vista de su datación, lo supone construido en la primera época de la romanización. El modelo representado por el puente de Alcántara lo eligió como prototipo indiscutible de los puentes imperiales o de una segunda época, donde «se aprecia un dominio técnico del tema que les permite destacar con naturalidad y fuerza sus valores expresivos». La característica más acusada, según Fernández Casado, es que la relación del espesor de la pila y los vanos contiguos disminuye de modo notable con respecto a los anteriores. Por último, señala un tercer modelo representado por aquellos puentes de un único arco estribado directamente sobre las márgenes del río, generalmente encajado en profundos valles en V, cuyo modelo lo vio representado en el puente asturiano de Cangas de Onís. Este modelo, desde nuestro punto de vista es el más discutible ya que en Hispania no se conserva ningún puente romano con las características de este puente.

Partiendo de esta idea, hemos analizado las tipologías de los puentes hispánicos que, de acuerdo con nuestras conclusiones, responden, básicamente, a cuatro modelos:

a) El modelo I es un puente bajo de plataforma horizontal sobre una arquería compuesta de varias bóvedas de medio punto de luces muy parecidas o iguales, lo mismo que los espesores de las pilas, con accesos también horizontales o en rampa. Fue empleado fundamentalmente para cruzar ríos que discurren por valles llanos y amplios, y que en las grandes avenidas pueden ser rebasados sin mucho problema. Dentro de este tipo incluimos los puentes de Salamanca, Ponte de Pedra, Ponte de Trajano de Chaves, el Romano de Lugo, Ponte de Lima, el tramo III de Mérida, Albarregas y Ponte Velha de Vila Formosa. Los puentes de Alcantarillas (Sevilla) y Caparra serían del mismo modelo pero solo con dos bóvedas. Son diez ejemplos que representan un 27,8 % de las obras analizadas.
b) El segundo tipo, modelo II, es un puente apropiado para valles de tipo medio o ligeramente encajados donde se desarrolla este modelo no muy alto que también podía ser rebasado por las grandes avenidas, con rasante horizontal o ligeramente alomada y una distribución simétrica de bóvedas de luces crecientes desde ambas orillas. Incluimos en este tipo a los puentes de Freixo, A Cigarrosa, Alconétar, Los Pedroches, Villa del Río, el desaparecido puente de Aljucén, los tramos I (más próximo a la ciudad) y II (intermedio) de Mérida, el de Segura, A Pontóriga y, posiblemente, el romano de Ourense. Una variante alta de este modelo son los puentes de Bibei y Alcántara. Este modelo representa el 33,3 % de las tipologías analizadas.
c) El modelo III tiene dos arcos de luces desiguales, uno de mayor amplitud dispuesto sobre el cauce principal y otro de menor abertura situado fuera del cauce de aguas normales que en ocasiones perfora los largos muros de acompañamiento de uno de los estribos. La rasante puede ser horizontal o ligeramente inclinada. En esta tipología se han incluido los puentes del Diablo de Martorell, San Miguel y Ponte Pedriña (8,3 % del total).
d) El cuarto modelo (IV) está representado por las obras de un solo arco, cuya luz varía en función de la importancia del curso de agua sobrevolado; el puente de Pertusa es el de mayor luz de los estudiados, que pudo alcanzar los 28 m de luz y el Ponte Navea, que posiblemente llegó a los 20 m; otros son más modestos, como el de Baños de Molgas de 10,40 m, Ribeira do Forno de 9,50 m de luz y el Ponte do Arquinho de 7,40 m, pero la mayoría son alcantarillas cuyas aberturas varían entre los 4,00 y 5,00 m, como la de Mérida, Miróbriga, Ponte do Arco, São Lourenço y las dos conservadas en Cerezo de Riotirón (Burgos). Algunas de ellas presentan la curiosidad constructiva que la abertura de la bóveda coincide con la anchura (São Lourenço, las dos obras de Cerezo de Riotirón y Ponte do Arquinho). Esta tipología representa el 30,6 % del total.

Anchura de las bóvedas

Los puentes romanos se diferencian de los construidos en épocas posteriores —sobre todo de los medievales— por la mayor anchura de su bóveda, ya que en general superan los 5,00 m; es una consecuencia del deseo del constructor romano de no reducir la anchura de la vía —una verdadera carretera— a su paso por el puente.

Se han analizado las anchuras de los puentes romanos de «Hispania», y se observa que casi el 75,00 % de ellos tienen bóvedas de más de 5,00 m de ancho; el menor valor menor, de 4,20 m, lo tiene la alcantarilla de Miróbriga; otro valores pequeños son los 4,30 m de la alcantarilla portuguesa de Ponte do Arco y los 4,60 m de los puentes orensanos de Baños de Molgas y Freixo; el mayor, de 7,80 m, se halla en las bóvedas del puente de Alcántara.

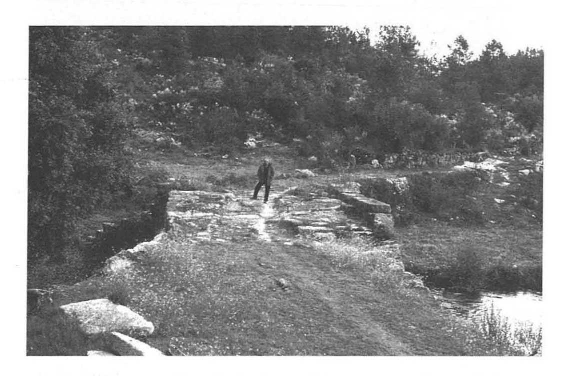


Figura 3
Ponte do Arquinho (Portugal) y su amplia calzada

La composición de la obra

La disposición simétrica o armoniosa de la arquería de los puentes romanos es relativamente abundante y variable, ya que hay disposiciones simétricas, armónicas, uniformes con luces iguales y espesores de pilas también similares, y proporcionales, con las luces ligadas según determinadas relaciones. En el siguiente cuadro las resumimos:

Tipo de disposición	Número	Porcentaje
Simétrica	12	50,00%
Uniforme	9	37,50%
Armónica	2	8,33%
Proporcional	3	12,50%
Total existentes	20	83,33%
Total posibles	24	—

Se ve que el 83,33 % de los puentes de «Hispania» de más de una bóveda tiene alguna disposición, ya sea simétrica (50 %), uniforme en sus dimensiones principales (37,50 %) armónica (8,33 %) o con dimensiones que tienen entre sí algún tipo de relación proporcional o aritmética (12,50 %).

La rasante

La rasante de la plataforma de los puentes romanos suele ser horizontal o con un perfil alomado con rampas de poca pendiente (no superior al 8 %), con valores similares a los que daban a sus carreteras en las subidas a collados y puertos (Durán, Nárdiz, Ferrer, Amado; 1999); son muy escasas las obras que tienen rampas mayores, que alcanzan un 16 % —el valor más alto que conocemos— en el Pont Julien (Francia). También combinaron las rampas en los accesos con un tramo horizontal sobre la arquería, que le daba al puente el alzado que tiene el de Augusto de Rímini, considerado por Palladio el puente más bello de la antigüedad. Son escasos los que tiene la calzada con una pendiente única. En «Hispania» los puentes presentan una rasante horizontal o con ligero alomado:

Puentes con rasante horizontal:	18	66,67%
Puentes con rasante alomada:	5	18,52%
Puentes con rasante combinada:	4	14,81%

Cornisas

Entre los elementos decorativos más característicos de los puentes romanos están las cornisas, con remate recto o moldurado, que adornan y organizan sus fábricas al resaltar los diferentes elementos composi-

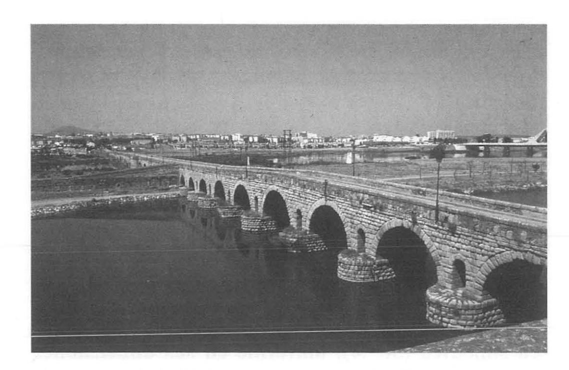


Figura 4
Perfil alomado del puente de Mérida

tivos. Se hallan en los arranques de los arcos, separando las bóvedas de los cuerpos de pilas y estribos, y en los alzados del puente, por encima de las bóvedas y, en la mayoría de los puentes, tangentes a ellas, que señalan exteriormente la rasante de la calzada. Si la altura de las pilas es grande, como sucede en Alconétar y Alcántara, se dispusieron dos o más niveles distribuidos en sus cuerpos, quizá para disminuir la sensación de esa gran altura y restar esbeltez a los puentes. Además de esas funciones, también podrían ser útiles, gracias a la parte volada, para servir de apoyo a las cimbras.

La imposta más sencilla es la que carece de moldura, formada por una fila de sillares que sobresalen de la fábrica, como la que poseen los puentes de Alcántara y de Mérida en el tramo más cercano a la ciudad. Otro tipo de moldura recta es la de chaflán de tipo inverso, que se halla en los puentes de Caparra y Salamanca. Las más características son las de bordes volados con molduras mixtas, con forma de gola (cima) o de talón (cima reversa). En ocasiones, la ordenación formal que perseguían con las impostas, la conseguían, simplemente, con un ligero retranqueo del arranque de las bóvedas con respecto al paramento interno de pilas estribos, como se ve, por ejemplo, en los puentes de Chaves, en el estribo izquierdo de San Miguel y en el de Alcántara.

Solo doce puentes —de los treinta y seis que poseen restos romanos— presentan cornisas de los tipos descritos: siete tienen cornisa con moldura de talón, tres de gola, dos de chaflán inverso y dos con simples hiladas de sillares sobresalientes.



Figura 5
Cornisas de gola en el puente de Alconétar (Cáceres)

Sillería con almohadillado

El almohadillado está presente casi en la totalidad de los puentes de «Hispania» —en treinta y dos de los treinta y seis analizados—, pues falta en las alcantarillas de San Ciprián, San García y Miróbriga (construido con mampostería) y en los restos del antiguo puente de Pertusa. El almohadillado en los sillares ya lo utilizaron los constructores del Oriente Próximo en el II milenio antes de Cristo, como puede verse en las ruinas de Ugarit (Roldán Gómez 1992, 79), también los de Egipto, que lo emplearon, por ejemplo, en las hiladas inferiores del revestimiento granítico de la pirámide de Micerinos (IV Dinastía, 2500 a.C., aproximadamente); también se puede ver en la construcción griega, que la empleó con profusión en las construcciones de época helenística. Quizá los romanos tomaron de los griegos el gusto por la sillería almohadillado, por su sentido práctico, pues abarata la labra de los sillares reducién-

dola a las caras de las juntas, o por una preferencia estética, ya que el almohadillado aporta a la fábrica además de un juego de luces y sombras, una rusticidad y una sensación de fortaleza, que era de su gusto.

El almohadillado de los puentes de «Hispania» tiene la cara vista simplemente desbastada, con los bordes ligeramente biselados, por ejemplo en Ponte Bibei y Ponte Freixo, o con ellos labrados formando una banda, «anathyrosis», que puede no existir en algún lado (Lugli 1957, I, 207).

Es una característica constructiva habitual de los puentes romanos, pero no exclusiva, ya que fue utilizada en construcciones posteriores, por lo que su sola presencia no basta para identificar el origen romano de un puente.

La sillería almohadillada no solo se empleó en nuevas obras —son abundantes las obras de fábrica de las carreteras del XIX y XX, y del ferrocarril que la tienen— sino que fue utilizada en reconstrucciones de obras romanas, con el fin de mantener la uniformidad visual de la fábrica; ejemplos de estas reparaciones miméticas, son las que llevaron a cabo los maestros canteros portugueses en el puente de Segura en el siglo XVI (Durán 1996, 175), y las que realizó el ingeniero de caminos Alejandro Millán en el puente de Alcántara, en la segunda mitad del XIX.

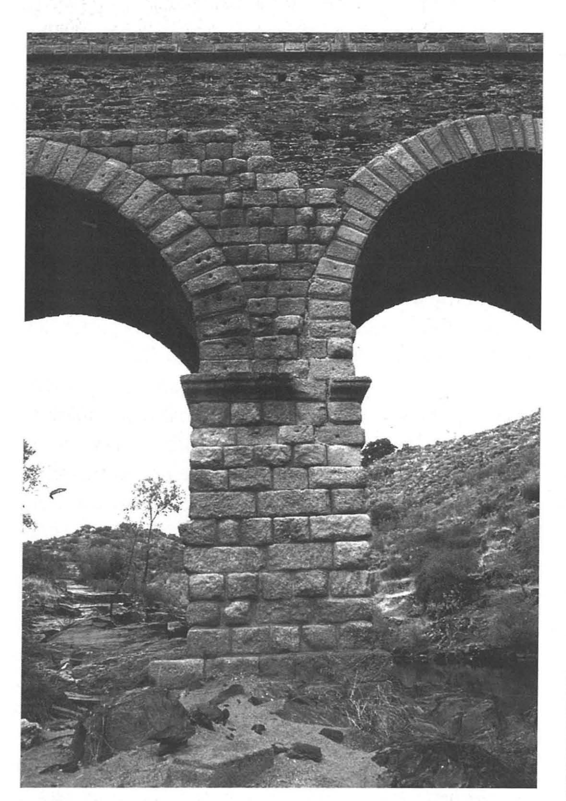


Figura 6
Sillería almohadilada romana y del siglo XVI en el puente de Segura (Cáceres)

Alternancia de hiladas de sogas y tizones

La colocación de hiladas con sillares a soga alternándolas con otras de tizones, es una forma de aparejar que abunda en la construcción romana y que se pudo importar de la construcción griega; en Egipto también se empleó este aparejo, sobre todo en construcciones de adobe, como los muros del Templo de Karnak. Reproduce en piedra la habitual disposición cruzada de los troncos de las construcciones de madera, frecuentes en los campamentos militares y en dispositivos de asedios a ciudades, con objeto de darles trabazón.

Las partes del puente donde se empleó con mayor frecuencia este aparejo, son los cuerpos inferiores de pilas y estribos. Su presencia en los puentes de sillería de *Hispania* es la siguiente:

Puentes con hiladas alternas:	17	58,62%
Puentes sin hiladas alternas:	12	41,38%

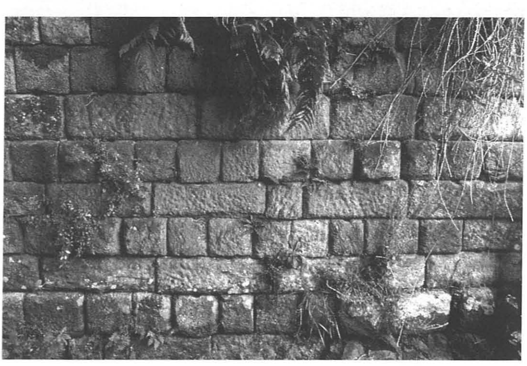


Figura 7
Hiladas alternas de sogas y tizones en Ponte Freixo (Ourense)

Esta forma de aparejar siguió empleándose posteriormente, como se comprueba en las hiladas bajas de la sillería del muro de la cabecera de la iglesia visigótica de San Pedro de la Nave (Zamora), construida en el siglo VII, y en los paramentos de construcciones árabes, como la Mezquita de Córdoba, la puerta de Sevilla en Carmona o el estribo izquierdo del puente de Alcántara en Toledo. En estas últimas construcciones, lo más abundante es la disposición alterna de sillares a soga y a tizón en la misma hilada.

Grapas de doble cola de milano

El sistema de trabar las fábricas con grapas o espigos de madera dura, hierro o incluso mármol (Choisy 1999, 102) que se unían a la piedra vertiendo en las juntas plomo fundido, también se utilizó en la construcción griega, y en la egipcia donde se utilizaron grapas de madera con forma de doble cola de milano, como, por ejemplo, en los muros de los templos de Luxor, Edfú, Kom-Ombo (en donde se conserva una, in situ, de sicómoro), y Karnak. Quizá su origen esté en la carpintería de madera, donde la doble cola de milano, era una forma habitual de unir piezas entre sí. Esta forma es también la más habitual en los puentes romanos, aunque las hay de otros tipos pero metálicas, en forma de U, doble T, o un simple espigo, todas ellas muy habituales en la cantería (Ginouvès y Martín 1985, I, 28). En forma de U se emplearon en el Ponte de Pedra (Portugal) y posiblemente en el Ponte Navea (Ourense); es un tipo de grapa muy fácil de fabricar a partir de una barra a la que se le doblan sus dos extremos y cómoda de colocar, pues se encaja en dos simples cavidades en las que posteriormente se vierte una colada de plomo para sujetarla.

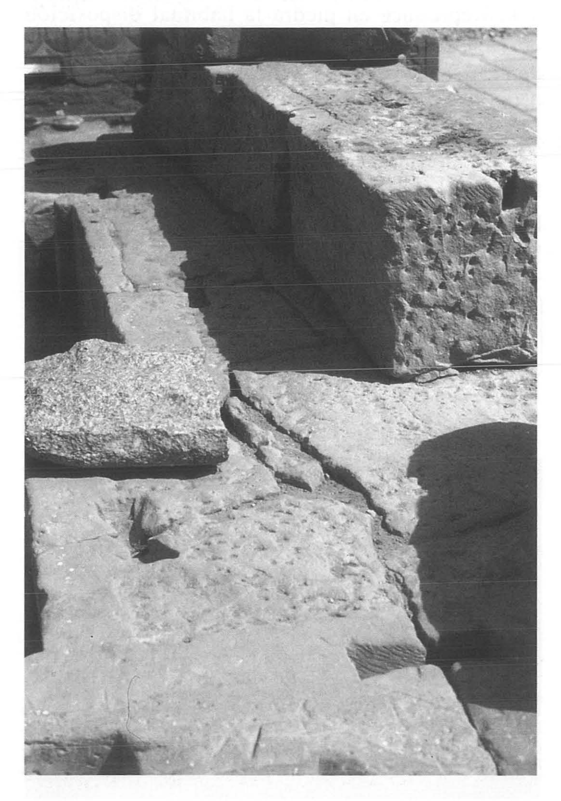


Figura 8
Grapas de doble cola de milano en los muros del templo de Kom-Ombo (Egipto)

La grapa de cola de milano es una singularidad de los puentes romanos, muy apreciable para su identificación ya que no la hemos detectado ni sabemos que se haya empleado en puentes de época posteriores. Sí se han hallado en una edificación altomedieval, la iglesia visigótica de San Pedro de la Nave (Zamora), donde algunos sillares de sus muros se trabaron entre sí con grapas de madera de encina con forma de doble cola de milano; dos de ellas se conservan en el Museo Arqueológico de Zamora.

Este tipo de grapas se utilizó en distintas partes del puente, como la cimentación (Villa del Río, Segura y Alcántara), el cuerpo de estribos (Alcantarilla de Mérida) y pilas (Salamanca y Cigarrosa), pero sobre todo en los tajamares (Freixo, Segura y Lugo) y en los muros de encauzamiento (Navea y Alcántara). Solo conocemos dos obras, fuera de «Hispania», en las que las dovelas de sus bóvedas están unidas con grapas cola de milano: el Pont Ambroix (Francia) y el puente de Chemtou (Túnez).

Este sistema de trabar la sillería solo lo hemos visto o tenido noticia de su existencia en nueve puentes de «Hispania»; del resto nada podemos asegurar, ya que, al ser una característica constructiva que dispusieron en el interior de la fábrica, en muchos casos no se detecta su presencia salvo en circunstancias muy especiales, por ejemplo si sufre algún tipo de ruina o durante una obra de intervención. Las grapas de metal no se conservan, pues generalmente han sido saqueadas durante la



Figura 9
Grapado de la cimentación de una pila del puente de Alcántara (Cáceres)



Figura 10
Grapas en una de las bóvedas del puente de Chemtou (Túnez)

Edad Media por la búsqueda sistemática de los metales, tanto de la grapa como del plomo que la sujetaba. Conocemos algunas de madera, habitualmente de fresno, encina u olivo, como las que el ingeniero Alejandro Millán remitió a la Real Academia de Historia en 1859, halladas durante las obras de restauración del puente de Alcántara (Blanco 1977, 68) y las que, reducidas a cenizas, hallamos en el Ponte Freixo (Ourense) durante las obras de consolidación (Alvarado, Durán y Nárdiz 1989, 69). En esta escasez de grapas ha basado G. Boni su extraña teoría de suponer que la doble cola de milano no tuvo una finalidad constructiva sino que era el recuerdo del hacha de doble filo, un símbolo religioso muy antiguo y extendido por la cuenca mediterránea (Lugli 1957, 237).

Espesor uniforme de las bóvedas

Las boquillas de las bóvedas de casi todos los puentes hispánicos tienen un espesor uniforme que se extiende a toda la bóveda, a diferencia de las medievales que suele ser mayor en los aristones que en el interior. Esta uniformidad hace que coincidan las líneas de trasdós e intradós, aunque no faltan bóvedas con alguna singularidad, como en el puente de Villa del Río en el que es mayor en los arranques que en la clave; en el puente sevillano de Alcantarillas que posee dovelas de mayor tamaño que sobresalen del intradós, a la altura de los riñones; en los de Caparra y Chaves que tienen algunas dovelas de mayor tamaño, alojadas en sus zonas bajas, que no sobresalen del intradós sino que penetran en los tímpanos; en ocasio-

nes, como en bóvedas de los puentes de Mérida, Villa del Río, Ponte de Lima, etc., hay algunas dovelas que tienen su trasdós con entalladuras para encajar con la sillería del tímpano, o si están próximas a la clave, pueden tener sus trasdós horizontales para facilitar el asiento de la sillería o de la cornisa, como, por ejemplo, en los puentes de Mérida, Ponte do Arco o Segura.



Figura 11
Boquilla aguas arriba del Ponte do Arco (Portugal)

La constancia del espesor en todo el ancho de las bóvedas solo ha podido atestiguarse en aquellos puentes que tienen los trasdós de sus bóvedas totalmente descubiertos, como los puentes de Freixo, São Lourenço, Arquinho o Alconétar, o se tienen datos de ellos, como en el Ponte de Lima o Alcántara, o por estar parcialmente arruinado como los puentes de Pertusa, Ribeira do Forno, San Miguel o San García.

La uniformidad del espesor de las roscas en las boquillas está presente en veinte de la veintiocho obras analizadas, que supone el 71,43 % de ellas.

Aparejo y juntas de ejecución esmerada

La ejecución de una labra fina en las caras de las juntas, lechos y contralechos de los sillares, se hizo para asegurar un buen contacto entre las piezas y evitar, de este modo, indeseables concentraciones puntuales de tensiones; con esta disposición conseguían que la resistencia a compresión de la fábrica fuese igual a la de la piedra, ya que al no disponer capas de mortero entre los sillares no la disminuían. El aparejo de sillares con juntas finamente labradas fue una práctica constructiva que también se observa en numerosos edificios griegos y egipcios.

Los sillares en las fábricas de «opus quadratum» se colocaron en seco, sin ripios ni mortero en las juntas, incluso cuando se revestían macizos de hormigón (Choisy 1999, 102). En cambio en fábricas de sillarejo, «opus vittatum», sí emplearon ripios para asentar las piezas si se colocaba en seco —por ejemplo en los pilares del puente acueducto de Los Milagros en Mérida— o mortero de cal si era ordinaria. El actual ripiado que puede verse en los paramentos de algún puente, como el de Salamanca, y los rejuntados con mortero en el de Alcántara, Albarregas o Bibei, son modernos, seguramente realizados en la-

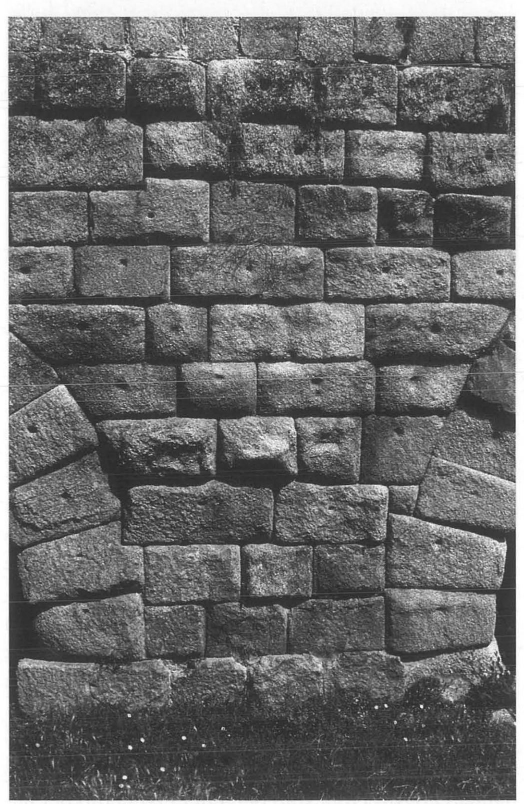


Figura 12
Aparejo cuidado y agujeros para las pinzas de izado en un tímpano del puente de Mérida

bores de mantenimiento de los servicios de conservación de las carreteras que por ellos pasaron o pasan.

Es una característica de la sillería romana que la distingue de la medieval, mucho menos uniforme, con aparejos y una ejecución de juntas mucho más descuidadas.

Agujeros y muescas en los sillares

En la sillería de los puentes romanos se han observado un tipo de agujeros y otro de muescas, realizados en las piezas para su manejo y colocación: los agujeros fueron realizados en dos caras enfrentadas para facilitar el encaje de las puntas de las pinzas metálicas, «ferrei forpicis», utilizadas para su puesta en obra; las muescas fueron realizadas, normalmente, en el borde superior del sillar, para permitir la introducción de la punta de la palanca usada en el calce definitivo de los sillares.



Figura 13
Muescas en la sillería del puente de Segura

Estos dos tipos de agujeros se ven con frecuencia en las obras romanas, aunque el de las pinzas también se ve en obras posteriores. En cambio, las muescas de borde para la palanca creemos, como ya hemos comentado, que es una singularidad de las obras romanas y una buena característica para su identificación, pues no conocemos obras posteriores que las posean.

Métrica en pies

Con frecuencia se trata de expresar las dimensiones principales de los puentes en un número entero de pies o de medios pies —aceptando implícitamente que éstas hayan sido las unidades de medida empleadas— con la intención de probar la «romanidad» de un puente. Creemos que esta comprobación resulta un tanto forzada por tres motivos básicamente: el primero es el desconocimiento del valor exacto del pie o de cualquier otra medida empleada en su construcción; el desconocimiento de los puntos concretos entre los que se realizaban las medidas (en una sillería almohadillada, ¿en qué punto debe medirse, en la junta o en el centro del sillar?) y el tercero es que las dimensiones actuales del puente probablemente no coincidan con las medidas originales —desconocemos en qué medida— debido a las deformaciones experimentadas a lo largo de tantos siglos.

Prácticamente, ninguna medida de un puente de los estudiados puede convertirse en un número entero de pies, y para que medianamente encaje hay que utilizar submúltiplos. Como ya hemos dicho, nos parece un mero ejercicio teórico nada concluyente, base de estudios especulativos sobre la obra original, pero nunca la prueba definitiva del origen romano de un puente.

Finalmente, y como algo que nos ha resultado curioso, resaltamos que algunas medidas dimensionales de obras hispánicas se repiten con cierta asiduidad en varios de ellos y en otros del resto del Imperio; destacan las siguientes: 6,00, 4,60, 10,40 y 3,60 metros.

La identificación de los puentes romanos

La identificación del origen romano de un puente antiguo puede acometerse con la búsqueda y localización de las características enumeradas en la propia obra, considerada, en estos casos, como la única fuente de conocimiento para alcanzar el objetivo deseado. Fruto de esta indagación se podrán, o no, hallar algunas de ellas, pues es muy poco probable que se encuentren todas. En el caso de que se localizasen varias de estas peculiaridades, se tendrán que analizar una a una, ya que en función de cuales sean, la respuesta será más o menos concluyente. La presencia de almohadillado en la sillería, o de una anchura mayor de 5,00 m, no son, por si solas, pruebas con-

cluyentes del origen romano de un puente, a pesar de que casi todos los puentes de sillería de «Hispania» tienen la primera y casi un 75 % la segunda; sin embargo, la existencia de ambas en una misma obra incrementa la posibilidad de que sea romana. Si se hallan las singularidades, como las muescas de borde para la palanca, la alternancia de hiladas de sogas con otras de tizones o las grapas de doble cola de milano, la duda se reduce y la probabilidad de que se trate de una obra romana se incrementa notablemente. En definitiva cuantas más características haya en la obra, mayor es la probabilidad de que sea romana.

Un ejemplo reciente de la aplicación de este procedimiento de identificación, es la que llevamos a cabo en el Ponte do Arco, localizado en el término municipal de Vila Pouca de Aguiar (Portugal), en la antigua zona minera de Jales. En el análisis de sus paramentos se detectaron tres tipos de fábricas: dos de sillería en seco en los estribos, romanas, diferentes entre sí, pero, seguramente, de épocas distintas; la otra, de mampostería en seco de mala calidad, se halla en los reconstruidos muros de acompañamiento. Las características romanas que se han localizado y que nos ha permitido su identificación han sido las siguientes: el almohadillado en la sillería, hiladas alternas de sogas y tizones, uniformidad del espesor de la bóveda, juntas finamente labradas y los aparejos muy cuidados, y, finalmente, la plataforma horizontal. Otros pequeños detalles que se han visto en la obra, por su similitud con otros puentes, han confirmado la «romanidad» de esta alcantarilla.



Figura 14
Puente de Piedra, de tradición constructiva romana, en Valencia de Alcántara (Cáceres)

En alguna ocasión, a pesar de haber hallado alguna de las características enumeradas pero de un tipo no suficientemente esclarecedor por su falta de representación, y ante la falta de otro tipo de datos, no se han tenido los elementos suficientes para que se pueda dar una opinión concluyente. En este caso sería deseable poder cuantificar la probabilidad de acierto, pero para ello serían necesarios estudios constructivos sistemáticos de los puentes de cada época histórica, para poder compararlos estadísticamente. A falta de ellos, se ha adoptado el criterio de llamarlos 'puentes de tradición constructiva romana', con objeto de reconocer esta circunstancia, y que, en un futuro con más testimonios, se pueda llevar a cabo su identificación.

LISTA DE REFERENCIAS

Adam, J. P. 1996. *La construcción romana. Materiales y técnicas*. León: Editorial de los Oficios.

Alvarado, S., M. Durán y C. Nárdiz. 1989. *Puentes Históricos de Galicia*. Santiago.

Ballance, M. H. 1951. *The roman bridges of the Vía Flaminia*. Roma: The British School.

Birley, A. 2003. *Adriano*. Barcelona: Ediciones Península.

Blanco Freijeiro, A. 1977. *El puente de Alcántara en su contexto histórico*. Madrid: Real Academia de la Historia.

Bohec, Y. Le. 2004. *El ejército romano*. Barcelona: Editorial Ariel.

Choisy, A. [1873] 1999. *El arte de construir en Roma*. Madrid: CEHOPU-Instituto Juan de Herrera.

Durán Fuentes, M. 1996. Puentes romanos peninsulares: tipología y construcción. *Actas 1er Congreso de Historia de la Construcción*. Madrid.

Durán Fuentes, M., C. Nárdiz Ortiz, S. Ferrer Sierra y N. Amado Rolán. 1999. *La Vía Nova en la Serra do Xurés-Ourense*. Santiago: Consellería de Cultura, Xunta de Galicia.

Durán Fuentes, M. 2001. La construcción de puentes en la antigua *Gallaecia* romana. Tesis doctoral inédita.

Durán Fuentes, M. 2002. Análisis constructivo de los puentes romanos. *Actas del I Congreso: las obras públicas romanas en Hispania*. Mérida.

Durán Fuentes, M. 2003. An endeavour to identify roman bridges built in former *Hispania*. *Proceedings of the First International Congress on Construction History*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Fernández Casado, C. 1980. *Historia del puente en España. Puentes Romanos*. Madrid: Instituto Eduardo Torroja.

Février, P-A. 1979. L'armée romaine et la construction des aqueducs. *Dossiers d'Archéologie,* nº 38. (Dijon: Ed. Faton).

Galliazzo, V. 1994. *I ponti romani*. Venecia: Edizione Canova.

Gazzola, P. 1963. *Ponte Pietra a Verona. Ponti Romani. I-II.* Florencia: Leo S. Olschki Editore.

Ginouvés, R., Martin, R. 1985. *Dictionnaire methódique de l'architecture grecque et romaine.*

Hellmann, M-C. 2002. *L'architecture grecque*. París: Editions A. et J. Packard.

Lostal Pros, J. 1992. *Los miliarios de la provincia Tarraconense*. Zaragoza: Institución Fernando El Católico.

Lugli, G. 1957. *La tecnica edilizia romana*. Roma: Presso G. Bardi Editore.

Mendes Pinto, P. 1998. *Pontes Romanas de Portugal*. Lisboa: Associaçao Juventude e Patrimonio.

O'Connor, C. 1993. *Roman Bridges*. Cambridge: Cambridge University Press.

Rodríguez Morales, J. 2003. Algunos textos sobre la construcción de las vías romanas. *El Miliario Extravagante,* nº 85.

Roldán Gómez, L. 1992. *Técnicas constructivas romanas en Carteia (San Roque, Cádiz)*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

VV.AA. 1991 b. Puentes I, Puentes II y Puentes III. *Revista O. P.* Barcelona: Colegio de Ingenieros de caminos.

Puentes de arco del sistema Melan

Holger Eggemann
Karl-Eugen Kurrer

El sistema de construcción Melan, patentado en 1892, reconocido hoy como sistema de puentes de arco, originalmente fue un sistema de construcción de pisos, titulado en la patente: «Arcos de hierro en combinación con bóvedas de hormigón». El sistema Melan utiliza como parte de la armadura de la bóveda, vigas de arco de acero capaces de soportar cargas, es decir una, así llamada, armadura rígida (Mörsch 1954, 235).

En éste artículo se investigan las condiciones y circunstancias de las que pudo nacer esta invención; además, la aplicación, difusión y alcance del sistema Melan en Austria, Hungría, Alemania y América del norte al fin del siglo XIX, hasta llegar a su reconocimiento máximo durante los años 20 y 30 del siglo XX. En España, hubo un desarrollo paralelo del sistema Ribera durante el primer tercio del siglo XX. Se llega a la actualidad con el redescubrimiento del sistema Melan a finales del siglo XX en Europa, demostrando que el conocimiento de la historia de la construcción tiene importancia para el sector de construcciones de hoy.

Relación a la actualidad

Las dos ventajas principales del sistema Melan tienen diferentes aplicaciones. La primera ventaja es su enorme capacidad de carga, valorada en la construcción de edificios. Dos años después de la invención y hasta 1894, ya fueron construidos más de 100.000 m≈ de edificios y almacenes del tipo Melan en Austria. La otra ventaja es la posibilidad de ahorrar las cimbras, por lo que los arcos de hierro pueden sostener los elementos de encofrado. Esta ventaja ha sido aprovechada sobre todo en la construcción de puentes. Pero también se pueden aprovechar las dos ventajas en ambas aplicaciones.

En 2000, el ingeniero austríaco Peter Schallaschek recordó las ventajas del sistema Melan, cuando estaba encargado del diseño de las cimbras para un puente nuevo sobre el río Lesach en la provincia Carintia



Figura 1
Puente sobre el Lesach, antes de cerrar el arco (Peter Schallaschek)

de Austria, llamado «Stampfgrabenbrücke», de 70 m de luz. Propuso la aplicación del sistema Melan sin cimbras y así, redujo los costos por unos 75.000 Euros (Schallaschek 2004, Zimmermann 2003). En la figura 1 se ven los perfiles de acero, antes de cerrar el arco. Otros ejemplos actuales se pueden encontrar en Italia, Japón y China, entre ellos un puente sobre el Yangtze, de 400 m de luz (Ewert 2003).

Joseph Melan (1853–1941)

El inventor, Joseph Melan (fig. 2), nació en Viena el 18 de noviembre de 1853. Allí estudió ingeniería civil de 1869 a 1874 en la Escuela Técnica Superior. Después, fue asistente del Profesor Emil Winkler (1835–1888) en la cátedra de ferrocarriles y construcción de puentes, donde obtuvo su habilitación en 1880 con la tesis:[1] «Theorie des Brücken- und Eisenbahnbaues». Simultáneamente, trabajaba en las oficinas técnicas de varias empresas constructoras en Viena. En 1890 fue nombrado catedrático de mecánica y estática gráfica en la Universidad de Brünn (hoy: Brno, República Checa), lo que había enseñado hasta entonces como profesor titular. En 1895, cambió a la cátedra de construcción de puentes en la Universidad de Praga, que ocupó de 1902 a 1923. Murió en Praga el 6 de febrero de 1941 (Kurrer 2002, 480; Emperger 1941).



Figura 2
Joseph Melan (1853–1941). (Nowak 1923, Frontispiece)

Joseph Melan está considerado el ingeniero más importante en el sector de la construcción de puentes en Austria. En 1888 determinó como primero los efectos de la teoría del II. orden (Melan 1888). Este libro fue traducido al inglés por D. B. Steinman en 1912. Como experto reconocido, Melan recalculó algunos de los grandes puentes colgantes de Nueva York (Kurrer 2002, 72–74; Fritsche 1941, 89).

Entre otros numerosos reconocimientos, en 1920 recibió el doctor honoris causa de la Escuela Técnica Superior de Aquisgrán por sus méritos como profesor y científico en el sector de la construcción de puentes y por sus progresos como inventor de un nuevo tipo de puentes de hormigón armado (Melan 1920).

Desde un sistema de construcción de bóvedas hasta el primer puente

La formación del primer Comité Austríaco de Bóvedas (1889–1890)

En 1882, dos amigos, el barón Adolf Pittel y el ingeniero Victor Brausewetter, decidieron fusionar sus empresas constructoras para trabajar juntos, bajo el nombre «Pittel & Brausewetter».[2] La fusión fue el resultado de una serie de colaboraciones en el nuevo campo del hormigón. Adolf Pittel había construido varios proyectos militares en hormigón apisonado hasta entonces, pero, como constató Brausewetter (1925, 213): «les faltaba el conocimiento de las condiciones estáticas». Así, en 1879, Brausewetter ya había realizado las primeras pruebas de bóvedas de hormigón sin armadura en su taller en Preßburg (hoy: Bratislava, Eslovenia).

El 23 de marzo de 1889 dio una charla ante la Asociación de Ingenieros y Arquitectos de Austria (ÖIAV) sobre sus experiencias con el nuevo material, y pidió al colegio que ejecutara:[3] «eingehende Parallelversuche zwischen Gewölben aus Stampfbeton und solchen nach dem System Monier unter sonst gleichen Verhältnissen» (Brausewetter 1925, 214).

El colegio no solo aceptó la propuesta sino decidió realizar pruebas con los tipos más usuarios de bóvedas de esa época. El 22 de marzo de 1890 se constituyó el llamado «Gewölbeausschuß», entre los ilustres 21 miembros encontramos a Joseph Melan, reconocido como experto de la teoría de las bóvedas y de la construcción de puentes de hierro. En el comité obtuvo la tarea de la utilización de los resultados científicos (ÖIAV 1895, 1–2).

Primeras pruebas del Comité de Bóvedas (1891–1892)

Durante los veranos de 1891 y 1892 realizaron 17 pruebas con cuatro diferentes sistemas de bóvedas, entre ellos, el sistema Monier, bóvedas de ladrillo y de hormigón apisonado sin armadura. Las luces eran de 1,35 m a 4,05 m (ÖIAV 1895, 1). Se puede suponer que Joseph Melan, al trabajar en este entorno, surgió la idea de combinar el nuevo material con aquello de su experiencia anterior, el hierro.

Hierro + Hormigón = Sistema Melan

El 20 de diciembre de 1891 pidió una solicitud a la oficina de privilegios (hoy: patentes) en Viena, titulado:[4] «Neuartige Deckenkonstruktion im Wesen bestehend aus der Verbindung von eisernen Bogenrippen mit Betongewölben» (Melan 1892). Según Melan, el carácter del sistema consiste en la reunión de arcos de hierro con una bóveda de hormigón, por lo que la bóveda está reforzada. Este refuerzo se constituye especialmente cuando aparecen tensiones de tracción causadas por cargas antimétricas.

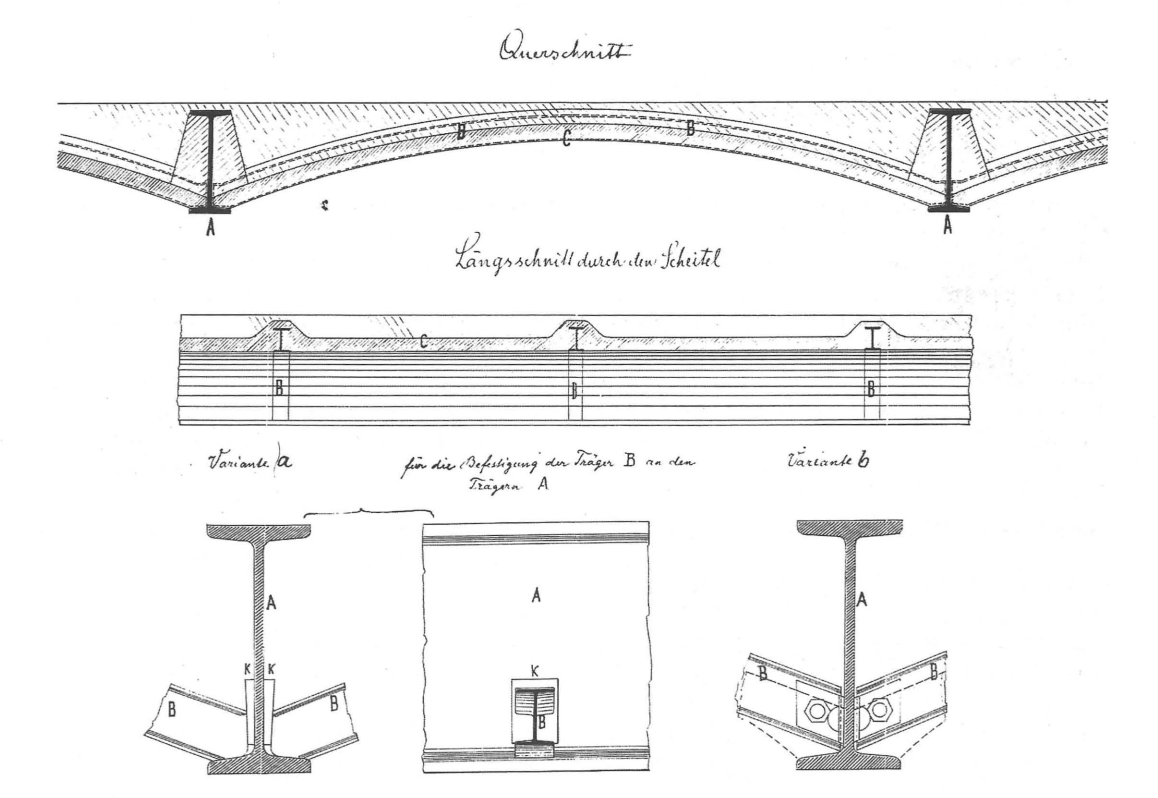


Figura 3
Privilegio de Melan (Melan 1892)

Además, los arcos permiten colocar los puntales de los encofrados para hormigonar la bóveda, a fin de que se ahorre el cimbrado, incluso con luces mayores. Melan describió cuatro ventajas principales del sistema como:

1. Menos peso comparado con bóvedas de ladrillo u hormigón usual, mientras la capacidad de carga se queda igual o se aumenta.
2. Aumento de la luz libre.
3. Una construcción rígida que resiste también a las cargas antimétricas sin apuntalamiento adicional.
4. Ejecución ligera y barata, particularmente por evitar las cimbras.

Melan reconoció en su solicitud todas estas ventajas que se han demostrado como partes importantes en la historia del sistema. Lo que reivindicó Melan como aspecto nuevo de la patente, era:

1. La reunión de arcos de hierro, montados entre transversales, con una bóveda de hormigón, envolviendo los arcos parcial-, completamente o apoyándose en ellos.
2. La manera de empotrar los arcos mediante cuñas o ángulos remachados.

Se ve que la primera anotación está muy amplia, mientras la segunda casi no tiene importancia. Como constató (Brausewetter 1925, 250), el sistema Melan, en su forma primitiva, demuestra su aptitud para la aplicación en la construcción de puentes. Esto se puede verificar, como veremos en los siguientes capítulos.

Otras pruebas del Comité de Bóvedas (1893)

Durante el verano de 1893, el Comité de Bóvedas realizó una prueba de una bóveda del tipo Melan. La prueba no se destruyó por cargas simétricas, sino por cargas antimétricas. La bóveda Melan cargó tres a cuatro veces más que los otros sistemas investigados (ÖIAV 1895). Así, bóvedas del sistema Melan fueron oficialmente valoradas, un avance importante para su aplicación.

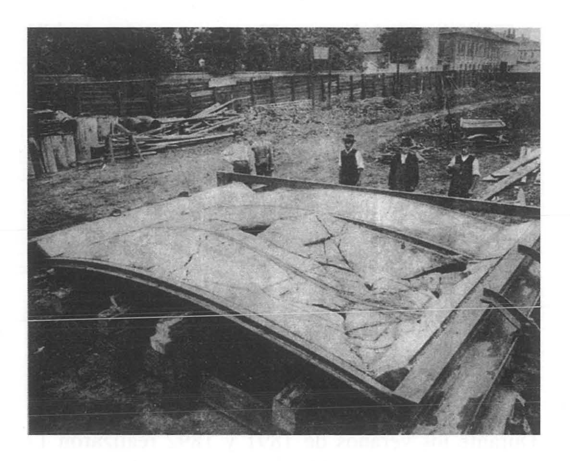


Figura 4
Bóveda del sistema Melan, después de la rotura (ÖIAV 1895, fig. 12)

Primeros edificios y puentes en Austria

En 1892 ya, Melan dio a Brausewetter el derecho de construir sus sistemas en Austria, Hungría y Alemania (Brausewetter 1925, 250). Para Brausewetter, eso era el acceso a construir en hormigón armado, como los sistemas de Hennebique y Monier estaban en licencia de otros empresarios. Hasta 1894 la empresa «Pittel & Brausewetter» construyó unos 100.000 m≈ de edificios y almacenes con bóvedas así como tres puentes de carretera de luz pequeña. Los tres puentes estaban situados en Neustadt, de 7,05 m, en Oderberg, de 11,85 m, y en Rostock,[5] sobre el río Moldau, 6 luces de 19,50 m (Emperger 1894, 456–57).

El éxito del sistema Melan se puede explicar por la colaboración científica empresarial, representados por Melan y Brausewetter. Pero aún faltaba el representante del gobierno, para autorizar el permiso en la construcción de puentes más grandes.

Establecimiento del sistema Melan en la construcción de puentes

La transferencia de la tecnología a América por Fritz von Emperger

El 4 de abril de 1894, el ingeniero austríaco Fritz von Emperger (1862–1942) dio una conferencia ante la

Asociación de Ingenieros Civiles (ASCE) en Nueva York, titulada: «The development and recent improvement of concrete-iron highway bridges» (Emperger 1894). En ella, describió las ventajas del nuevo material para la construcción de puentes, e informó a sus colegas sobre las pruebas del «Comité de bóvedas» y los primeros puentes del sistema Melan en Europa. Al fin, dio la visión de que puentes de este tipo pudiesen alcanzar luces como los puentes de hierro. Para eso, se necesitaría «The right man and the right place, but also a third one, a right official, who will give his permit. Those three have not yet met [en Europa] . . . and on this account the engineers of this country have a good opportunity to surpass European structures» (Emperger 1894, 457).

Esta visión se realizó de pronto, ya que Emperger se había reservado los derechos para el sistema Melan por EEUU. Fundó una empresa constructora, llamada «Melan Arch. Constr. Company» y construyó los primeros puentes en el verano de 1894. Entre ellos, el puente sobre el río Housatonic en Stockbridge, Mass., de 30 m de luz. En la figura 5 se ve el puente con los puntales del andamio.

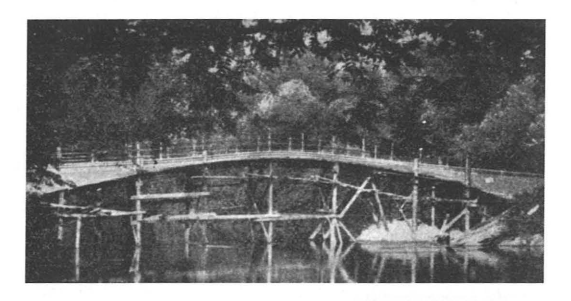


Figura 5
Puente en Stockbridge, Mass. 1894, con andamio ligero (Spitzer y Nowak 1908, 73)

En 1897, Emperger regresó a Viena, pero su empresa siguió construyendo, bajo el nombre «Concrete Steel Engineering Co.» (Foerster 1908, 33–34; Kleinlogel 1932). En el oeste de EEUU, Edwin Thacher fue representante de Emperger, y construyó el primer puente con arcos de celosía sobre el río Kansas en Topeka, 1896/97, con 5 luces de 30 m a 38 m (Emperger 1896, 337). Más tarde, Emperger inventó un sistema propio de puentes de arco, con armadura de hierro fundido zunchado (Emperger 1913). Hasta 1924, fueron construidos más que 5.000 puentes con armadura rígida en EEUU, según Spangenberg (1924, 503).

El proyectista Joseph Melan

Emperger (1895, 1896) publicó su éxito con el sistema Melan en América en la revista de la ÖIAV, así acelerando el progreso en Austria. En 1897/98, el primer puente mayor de Austria fue erigido en Steyr. Proyectado por Melan y construido por Brausewetter, tenía 42 m de luz y solamente 1/16 de flecha, con tres articulaciones (fig. 6). El peso del encofrado y hormigón fresco fue cargado a los arcos por la mitad, la otra mitad tuvo que cargar un sistema de puntales.

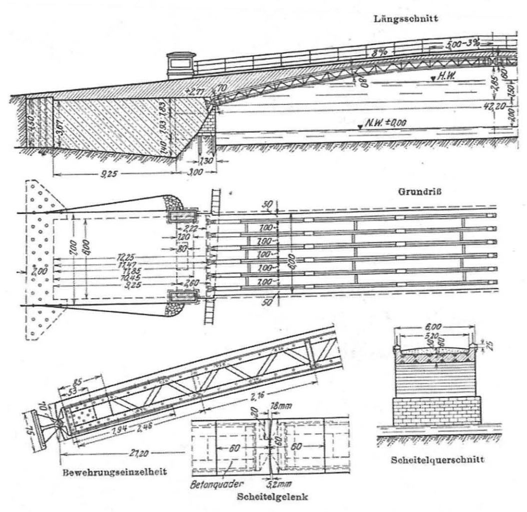


Figura 6
Puente en Steyr, Austria, llamado «Schwimmschulbrücke» (Spitzer y Nowak 1908, 49)

Junto con la empresa «Pittel & Brausewetter», Melan realizó numerosos puentes, por ejemplo en Laibach (Ljubljana), Payerbach, Bielitz, y Döberney (Melan 1911a, Prólogo). En 1900, el sistema Melan recibió la medalla de oro en la exposición universal en París.

En 1901, Melan ganó el concurso del ayuntamiento de Lausana para un puente sobre el valle del Flon. El viaducto tiene una longitud total de 227 m y debía conectar el sur de Lausana con el norte (fig. 7). Trabajaba juntos con los ingenieros «Vallière & Simon» de Lausana y la empresa «Bellorini & Rochat». La calzada tiene una anchura de 18 m, la estructura consiste en dos bóvedas de 5,8 m. Los arcos de hierro están empotrados. En la figura 8, se ve el ensamblaje de los arcos de hierro. De este puente, Melan publicó su cálculo de los esfuerzos y momentos del arco según la teoría elástica, con la relación de los módulos de elasticidad $E_{hierro} \div E_{hormigón} = 11$. Las tensiones máximas para el dimensionamiento de la sección del arco fueron calculadas en el estado II (Melan 1906, 17–24).

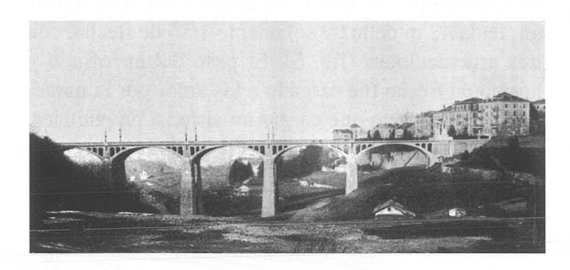


Figura 7
Puente «Chauderon-Montbenon», en Lausana, Suiza (Melan 1906, 5)

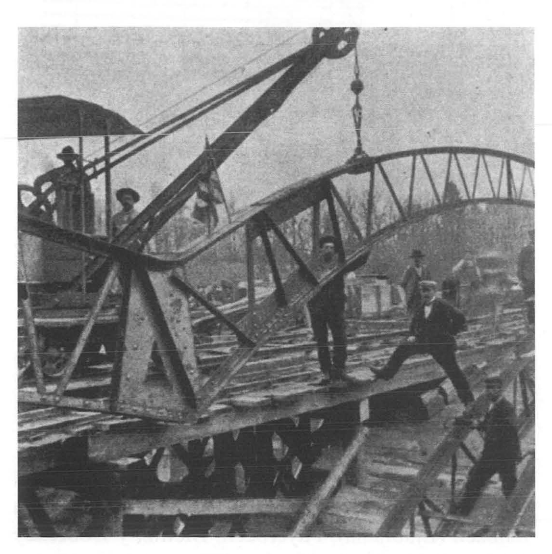


Figura 8
Puente «Chauderon-Montbenon», ensamblaje de los arcos de hierro (Melan 1911a, 7)

Mejoramiento del sistema Melan por Heinrich Spangenberg

En 1924, en una conferencia ante la junta general del «Deutscher Beton-Verein» en Berlín, Heinrich Spangenberg (1879–1936) explicó las ventajas del sistema Melan, entre ellas la posibilidad de evitar las cimbras, aplicado por ejemplo en el puente Grande Eau cerca de Les Planches en Suiza, que proyectó Melan. Los arcos de acero fueron erigidos mediante un andamio ligero, que fue desmontado después de cerrar los arcos. Así, se ahorraron 30 % de los costos. Pero Spangenberg criticó que no se podía determinar exactamente la distribución de las tensiones entre el hierro y el hormigón, porque los esfuerzos del arco crecían durante el hormigonado, y así el hormigón en los sectores primeros, ya fraguados, recibía más tensión que en los demás. Propuso un mejoramiento importante para evitar esta incertidumbre. Según él, sería útil precargar el arco de hierro con una cantidad de grava correspondiente al peso de la sección de la bóveda. Así, se pretensaría el hierro de una manera bien controlada, y se podría sustituir la grava por el hormigón fresco sector según sector, sin cambiar el estado de las tensiones dentro del hierro (Spangenberg 1924, 503–04).



Figura 9
Puente de Echelsbach, la estructura de acero con una parte del encofrado. (Duell y Gerhart 1929, 57)

Este procedimiento fue aplicado en el puente sobre el Ammer en Echelsbach, Baviera, en 1929. El arco tiene dos articulaciones, 130 m de luz y 31,8 m de flecha. En fig. 9 se ve la suspensión del encofrado a los soportes de acero del arco. El puente sobrevivió la guerra y está en servicio todavía, una placa informa al público que es el puente más grande del sistema Melan en Alemania.

El sistema Ribera en España: paralelismos y diferencias

José Eugenio Ribera (1864–1936), ingeniero de Caminos

José Eugenio Ribera (fig. 10) nació el 6 de octubre de 1864 en Lisboa, hijo de Pedro Ribera y Griñó, ingeniero civil de Tortosa, y de Jeanne Dutasta Berger, de Burdeos, Francia. Su conocimiento natural del francés le sirvió mucho en su vida profesional. Terminó la carrera en la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid en 1887 con la calificación de «Bueno», y empieza trabajar en la Jefatura de las Obras Públicas de Oviedo, donde proyectó puentes de hierro como el de Ribadesella de 300 m de longitud, y el viaducto del Pino, sobre el Duero, con un arco de 120 m de luz (Ribera 1939, 533). El último no se realizó hasta 1915. En 1895, publicó su primero libro sobre la construcción de puentes de hierro. En 1899, ya concesionario del francés Hennebique en España, dejó el servicio del Estado, para fundar la empresa: «Sociedad J. Eugenio Ribera y Cía.», con los hermanos Manuel y Luis Gomendio (CICCP 1982, 119).

J. Eugenio Ribera es considerado una de las figuras más importantes en la introducción del hormigón armado a España. Entre muchas obras más, proyectó en total unos 500 puentes. De 1918 a 1931, fue profesor de la asignatura «Puentes de fábrica y de hormigón armado» en la Escuela de Madrid. Los gobiernos de Francia y España le otorgaron las condecoraciones más altas de sus países, entre ellas las grandes cruces de Isabel la Católica. Ribera murió el 17 de mayo de 1936.

En relación con los puentes metálicos, vemos que Ribera tenía experiencias similares a esas de Melan a finales del siglo XIX. Así, Ribera también tuvo la idea de combinar arcos de hierro con el material nuevo, el hormigón.



Figura 10
José Eugenio Ribera (1864–1936). (CICCP 1982, 55)

El sistema Ribera como liberación del sistema «Hennebique»

En 1902, Ribera obtuvo una patente titulada: «Un procedimiento de construcción propio y nuevo, aplicable a bóvedas y puentes de hormigón armado». Esto fue «principalmente caracterizado por la introducción en las bóvedas ó arcos de hormigón de vigas de doble T, de alma llena ó celosía, arriostrados entre sí, empotrados en los apoyos ó articulados en la clave y los arranques, envolviendo en ciertos casos estas vigas, con tejido metálico» (Ribera 1902, 3).

En el dibujo de la patente (fig. 11), se ve que el sistema Ribera, en la aplicación a bóvedas, tiene mucha similitud al sistema Melan, pero también hay la novedad de un puente de dos arcos gemelos con armadura rígida. El aspecto constructivo describió así: «Consiste en constituir la armadura metálica de las bóvedas por vigas en doble T, sencillas ó armadas . . . que tengan por sí solas resistencia y solidaridad suficiente para sostener el peso muerto del hormigón en que han de envolverse. El hormigón entonces, una vez fraguado tendrá que resistir a los esfuerzos pro-

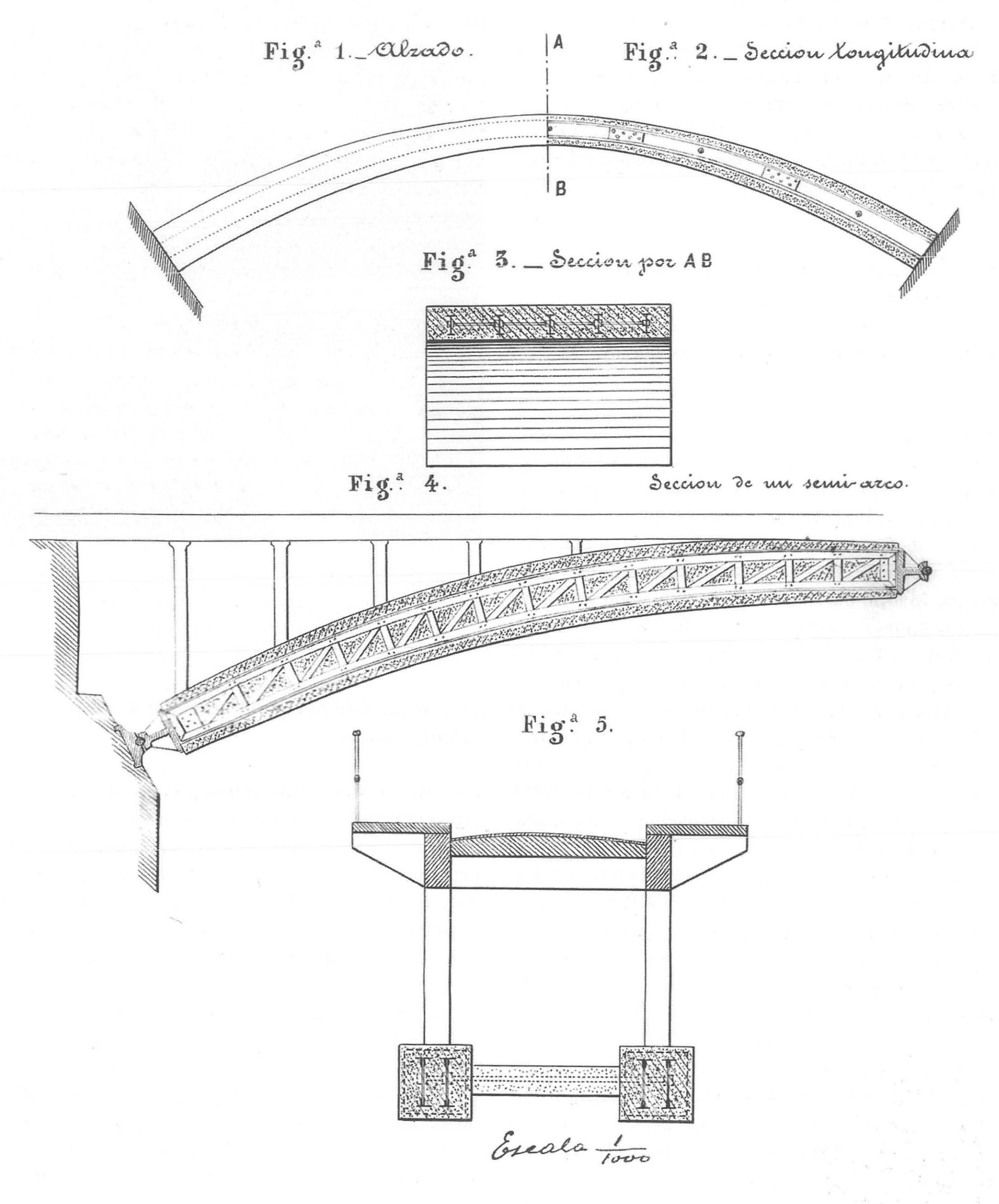


Figura 11
Patente de Ribera, 1902

ducidos por el peso muerto del tablero y el de las sobrecargas» (Ribera 1902, 2).

El motivo de su invención describió en el tomo 4 de su obra maestra *Puentes de fábrica y hormigón armado*, en una nota: «Para facilitarnos la construcción de los arcos de H. A. y liberarnos al mismo tiempo de la onerosa tutela de las patentes de Hennebique, de que era entonces uno de los concesionarios, el autor obtuvo en 1902 patente de invención por veinte años (ya caducada) por este sistema de armaduras para arcos» (Ribera 1932, 73).

Así encontramos la razón principal para el desarrollo de un sistema propio. Ribera quería liberarse de Hennebique para poder construir en hormigón armado por su cuenta. Así como había aprovechado Brausewetter la invención de Melan para entrar en el mercado del hormigón armado en Austria. Por otro lado, las partes de Melan y Brausewetter, científico (o sea proyectista) y empresario, fueron unidas en Ribera en una sola persona.

Una invención paralela

En su patente, Ribera describió el proceso de la invención: «Demostrada por otra parte la solidaridad perfecta que ofrecen los elementos hierro y cemento en los pilares de hormigón armado, en los que el hierro trabaja á la compresión simultáneamente con el hormigón de cemento, se comprende la conveniencia de aplicar igual sistema á la construcción de bóvedas y principalmente á puentes. . .. Un minucioso estudio de la cuestión me ha llevado á imaginar un sistema que a mi juicio mantiene toda la economía y ventajas inherentes á la combinación racional de hierro y cemento en las bóvedas, sin el inconveniente de sus excesivos costes de mano de obra y cimbras» (Ribera 1902, 1).

En relación al sistema Ribera constató Juan José Arenas (2002, 2: 965): «Es un procedimiento que en sus aspectos básicos proviene del patentado por el ingeniero austríaco Melan, como el propio Ribera reconoce». Pero en la dicha nota, menos que reconocer, Ribera se dio cuenta del sistema Melan así: «Posteriormente se enteró de que el ingeniero austríaco Melan aplicó igual procedimiento en algunos puentes, cuyo empleo se extendió en Alemania y América con el nombre de sistema Melan, aunque con menores ventajas que en España por ser en aquellos países mucho más barata la madera» (Ribera 1932, 73; similar Ribera 1928, 345).

Es verdad que Melan, a pesar de describir la posibilidad de evitar las cimbras en su privilegio, en la mayoría de los puentes utilizaba un andamio para erigir los arcos de hierro. Pero se puede suponer que Ribera no conocía la invención de Melan al pedir su patente. Hasta 1902, los primeros puentes Melan fueron publicados solamente en las revistas de ingeniería en Austria y América, mientras Ribera, con su experiencia en la construcción de puentes de hierro y en el sistema «Hennebique», solamente tenía que juntar los dos para llegar al sistema Ribera.

Se puede añadir que Ribera evitaba en la mayoría de los casos, mencionar el nombre de Melan en sus publicaciones, tal como lo describió Juan José Arenas (2002, 2: 974), referiendose a un artículo de Ribera (1936): «Como puede verse, no hay ninguna referencia a Melan». Para colmo, en relación con el puente de Echelsbach escribió Ribera (1932, 177): «Con armaduras rígidas para dos arcos gemelos, todo ello de nuestro tipo, . . . es casi una reproducción de nuestro proyecto de puente viaducto de Pino . . .. Unicamente difiere en que se han envuelto en hormigón los entramados metálicos de arcos, palizadas y tableros.» Eso no necesita comentario, excepto que no mencionó el mejoramiento de Spangenberg en este caso. Por otro lado, Melan (1911) tampoco hizo referencia al sistema Ribera en su libro «Der Brückenbau». En 1928, en el II Congreso de Ingenieros de Puentes en Viena, se encontraron los tres: Spangenberg presentó el mejoramiento del sistema «Melan», este mismo presentó un puente, y Ribera (1929) dio una ponencia sobre la aplicación de cajones de hormigón armado en los cimientos. Pero dejemos estas controversias para volver a los puentes.

El primer puente construido sin cimbras

El primer puente de hormigón con armadura rígida construido sin ningún tipo de cimbras es el acueducto del Chorro, Málaga, de 1904, según Ribera (1928, 344). En otro lugar informa que era el puente de Golbardo, Santander, de 1902 (Ribera 1932, 78), pero existe una foto de este puente en construcción, donde se ven los andamios ligeros, como los utilizaba también Melan en sus proyectos (CICCP 1982, panel

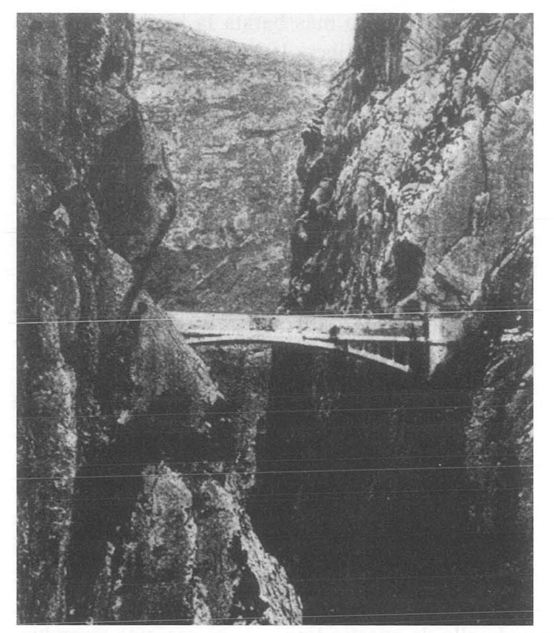


Figura 12
Acueducto del Chorro, Málaga (Ribera 1932, 266)

22). El acueducto del Chorro, proyectado y construido en solamente tres meses, atraviesa en 100 metros de altura la garganta con paredes verticales, fig. 12. El proceso del ensamblaje de la armadura mediante cables y el procedimiento del hormigonado están descritos precisamente en (Ribera 1932, 80–81).

El éxito del sistema Ribera en España

El puente de San Telmo en Sevilla publicó Ribera (1922) en la revista alemana «Beton und Eisen». Explicó allí que se ocupaba siempre de la ejecución de las obras, por que tiene más influencia a los gastos que la minimización de las secciones o del acero. También informó al público alemán hablante que propuso su sistema para las carreteras del estado. En 1922, la Dirección general de obras públicas encomendó a Ribera la redacción de modelos oficiales de puentes en arco para caminos vecinales y carreteras de tercer orden. «La facilidad de construcción que habíamos comprobado en nuestros puentes de Golbardo y Ganzo, que merced a sus armaduras rígidas permitieron su montaje con ligerísimos andamios, nos impulsó a adoptar una disposición parecida, si bien sustituyendo las viguetas en doble T en aquellos puentes empleadas, por cerchas con celosía de angulares, que posteriormente aplicamos» (Ribera 1932, 95). Entonces, con la adaptación del sistema Ribera a los modelos oficiales, el éxito estaba completo.

Terminamos el capítulo con un ejemplo del ingenio de Ribera en la ejecución de sus obras. En la figura 13 se observa el montaje de los arcos mediante una grúa flotante. Se trata del puente de San Telmo en Sevilla, con dos arcos de 44 m de luz, sistema Ribera y un tramo central levadizo, sistema Scherzer, de 50 m (fig. 14). La disposición general de los arcos es la empleada en los modelos oficiales (Ribera 1932, 130).

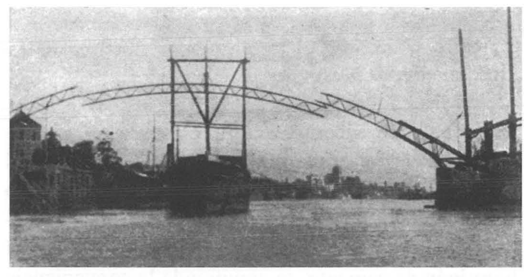


Figura 13
Montaje del puente de San Telmo. (Ribera 1932, 87)



Figura 14
El puente de San Telmo en Sevilla. (Ribera 1932, 131)

Resumen

El sistema Melan, originalmente fue valorado por su capacidad de carga. Pero dentro de poco tiempo, sobre todo en la construcción de puentes, lo aplicaron más por las ventajas en la ejecución de las obras, con potencial enorme de reducir los costos. Eso sobre todo en América, donde el trabajador especializado ya tenía un sueldo importante a finales del siglo XIX. Ahora, esta ventaja es la más importante, demostrado por el ejemplo del «Stampfgrabenbrücke». El sistema tiene ventajas aprovechables en valles profundos y en luces muy grandes. Así pues, la aplicación del sistema Melan requería y todavía requiere empresas constructoras con conocimientos de ambos materiales, de hormigón armado y de acero.

Al lado de una pequeña controversia, hemos llegado a la conclusión de que se puede considerar el sistema Ribera como invención paralela, que tenía tanto éxito en España por reunir las tres partes más importantes en la persona de Ribera: la del científico-proyectista, la del empresario y la del gobierno por participar y adaptar su sistema en los modelos oficiales. En 1908 ya, en el «Handbuch für Eisenbetonbau», se distinguió nada menos que cinco sistemas de puentes de arco de hormigón con armadura rígida, llamados por sus inventores: Wünsch, Melan, Ribera, von Emperger y Möller (Spitzer y Nowak 1908, 79). El ingeniero alemán Gesteschi (1911, 359) consideró el sistema Ribera muy similar al sistema Melan, pero con diferencias importantes en la erección de los arcos mediante cables. Comparando las partes ingeniosas de Melan y Ribera, parece claro que Melan era más científico-teórico, mientras Ribera era más ingeniero-práctico, debido a que él mismo se ocupaba mucho de la ejecución de sus proyectos. Las dos partes se pueden aprovechar hoy en día en el relanzamiento de la armadura rígida.

Notas

1. «Teoría de la construcción de puentes y sistemas ferroviarios»
2. La empresa constructora «Pittel & Brausewetter» todavía existe hoy, tiene su sede capital en Viena.
3. «Pruebas paralelas entre bóvedas de hormigón apisonado y bóvedas del sistema Monier, por lo demás de las mismas condiciones»
4. «Nuevo tipo de construcción de pisos formado por arcos de hierro en combinación con bóvedas de hormigón»
5. Neustadt en Silesia se llama hoy Prudnik, está en el sudoeste de Polonia, Oderberg se llama hoy Bohumín, está en el este de la República Checa, y el mencionado Rostock se llama hoy Roztoky, está al norte de Praga (DuMont Weltatlas. Köln: DuMont 1997).

Lista de referencias

Arenas de Pablo, Juan José. 2002. *Caminos en el aire: los puentes*. Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería 57. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Brausewetter, Victor. 1925. Erinnerungen an die Entstehung und Entwicklung der Beton- und Eisenbetonbauweise in der Zeit von 1867 bis 1925. *Beton und Eisen* 24: 212–15; 250–52.

CICCP. 1982. J. *Eugenio Ribera: Ingeniero de Caminos 1864–1936*. Colección de Ciencias, Humanidades e Ingeniería 14. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Duell, Ferdinand; Gerhart, Rudolf: Die Echelsbacher Brücke. Berlin: Ernst & Sohn 1931.

Emperger, Fritz von. 1894. The development and recent improvement of concrete-iron highway bridges. En *Transactions, ASCE*, Vol. 31, No. 703, 437–57.

Emperger, Fritz von. 1895. Betonbrücken, «System Melan», in Nordamerika. *ZÖIAV* 47: 552–53.

Emperger, Fritz von. 1896. Eine monumentale Betonbrücke. *ZÖIAV* 48: 336-37.

Emperger, Fritz von. 1913. *Neuere Bogenbrücken aus umschnürten Gußeisen, System Dr. Ing. Fritz Edler von Emperger*. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn.

Emperger, Fritz von. 1941. Joseph Melan †. En *Beton und Eisen* 40: 110.

Ewert, Sven. 2003. *Brücken: die Entwicklung der Spannweiten und Systeme*. Berlin: Ernst & Sohn.

Foerster, M. 1908. Die Grundzüge der geschichtlichen Entwicklung des Eisenbetonbaus. En *Handbuch für Eisenbetonbau, Erster Band*. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn.

Fritsche, J. 1941. Prof. J. Melan †. En *Bauingenieur* 22: 89–90.

Gesteschi, Theodor. 1911. Bogenbrücken und Überwölbungen. En *Handbuch für Eisenbeton*. 2. neub. Aufl. Sechster Band: Brückenbau. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn.

Kleinlogel, A. 1932. Zum 70. Geburtstage F. von Empergers. En *Beton und Eisen* 31: 1–2.

Kurrer, Karl-Eugen. 2002. *Geschichte der Baustatik*. Berlin: Ernst & Sohn.

Melan, Joseph. 1888. Theorie der eisernen Bogenbrücken und der Hängebrücken. En *Der Brückenbau. Handbuch*

der Ingenieurwissenschaften. II. Band. Vierte Abteilung. Eiserne Bogenbrücken und Hängebrücken, bearb. v. J. Melan u. T. Schäffer, hrsgn. v. T. Schäffer u. E. Sonne, 2., umgearb. u. verm. Aufl., 1–144. Leipzig: Engelmann.

Melan, Joseph. 1892. Neuartige Deckenkonstruktion im Wesen bestehend aus der Verbindung von eisernen Bogenrippen mit Betongewölben. Privileg Nr. 42/3211. K. K. Privilegien Archiv.

Melan, Joseph. 1906. *Die Beton-Eisen-Brücke Chauderon-Montbenon in Lausanne.* Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn.

Melan, Joseph. 1911. *Der Brückenbau.* II. Band: Steinerne Brücken und Brücken aus Beton-Eisen. Leipzig/Wien: Deuticke.

Melan, Joseph. 1911. *Einige neuere Brückenausführungen in Eisenbeton nach Bauweise Melan.* (zus. mit Konrad Kluge von der Betonbau-Unternehmung Pittel u. Brausewetter). Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn 1911. 2. erw. Aufl.

Melan, Joseph. 1920. Ehrendoktorat der RWTH Aachen. En *Würdigung seiner großen Verdienste als Lehrer und Forscher auf dem Gebiete des Brückenbaues und Verbundbaues und seiner hervorragenden Leistungen als Konstrukteur neuartiger Eisenbetonbrücken.* Archivo histórico de la Universidad Aachen (RWTH).

Mörsch, Emil. 1954. Puentes abovedados. En *Manual teórico-práctico del hormigón.* Tomo 2: 210–62. Edicion en castellano correspondiente a la 41ª edición del Beton-Kalender. Buenos Aires: El Ateneo.

Nowak, August (Editor). 1923. *Joseph Melan zum siebzigsten Geburtstage. Gewidmet von seinen dankbaren Schülern.* Leipzig, Wien: Franz Deuticke.

ÖIAV. 1895. Bericht des Gewölbe-Ausschusses. Veröffentlicht in der Zeitschrift des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, 1895, Nr 20–34. ÖIAV: Wien.

Ribera, J. Eugenio. 1902. Un procedimiento de construcción propio y nuevo, aplicable a bóvedas y puentes de hormigón armado. Patente de Invención, Oficina Española de Patentes y Marcas. 9 de junio de 1902. Expediente 29.936.

Ribera, J. Eugenio. 1922. Die Brücke San Telmo über den Guadalquivir in Sevilla. *Beton und* Eisen 21: 129–30.

Ribera, J. Eugenio. 1928. Avantages des Armatures Rigides pour la Construction des Grands Arcs en Beton Armé. *ZÖIAV* 80: 343–45.

Ribera, J. Eugenio. 1929. Fondation par caissons en béton armé. En *Report of the 2nd International Congress for Bridge- and Structural Engineering.* 678–82. Wien: Julius Springer.

Ribera, J. Eugenio. 1932. *Puentes de Fábrica y Hormigón Armado.* Tomo 4: Puentes de Hormigón Armado. Madrid: Sucedores de Rivadeneyra.

Ribera, J. Eugenio. 1936. Progresos constructivos de la ingeniería Española. ROP, n. 2.691. En *CICCP* 1982.

Ribera, J. Eugenio. 1939. Necrologia en la Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana, Suplemento Anual, 1936–1939, Primera Parte, 533–34.

Schallaschek, Peter. 2003. Die Stampfgrabenbrücke im Lesachtal/Kärnten – eine Melan-Bogenbrücke. *Stahlbau* 72: 196–99.

Spangenberg, Heinrich. 1924. Eisenbetonbogenbrücken für große Spannweiten. *Bauingenieur* 5: 461–68; 503–12.

Spitzer, J. Adolf; Nowak, August. 1908. Bogenbrücken und Überwölbungen. En *Handbuch für Eisenbeton. Dritter Band: Bauausführungen aus dem Ingenieurwesen.* Dritter Teil: Brückenbau und Eisenbahnbau. Berlin: Ernst & Sohn.

Zimmermann, Welf. 2004. Der Bau der Stampfgrabenbrücke. *Beton- und Stahlbetonbau* 99: 304–10.

De Cancho Roano a La Olmeda: Mil años de construcción con tierra en la Hispania pre-islámica

Juana Font Arellano

Aunque algunas de las más interesantes aportaciones constructivas a la Historia de la Arquitectura hayan sido realizadas con tierra, su empleo y su historia siguen siendo mal conocidos entre la mayoría.

Olvidamos con frecuencia que los primeros arcos, las bóvedas más tempranas, los balbuceos de las cúpulas que empezaban y los ensayos de las más antiguas trompas o pechinas se construyeron con tierra.

Ignoramos la enorme extensión temporal y territorial en los que este antiquísimo material está presente acompañando al hombre desde los inicios de su actividad constructora.

Aceptamos como buenas algunas afirmaciones, totalmente confundidas muchas veces, basadas en una teoría de la evolución formal o de una posible difusión de modelos y procedimientos, muy gratas a los arquitectos e historiadores del arte que, aunque ciertas en muchos casos, no aportan datos convincentes para explicar satisfactoriamente cómo han podido usar las mismas técnicas grupos tan lejanos como los hakka de China o los incas de los Andes, explicaciones que sí resultan coherentes por las vías de la antropología o de la arqueología. Por ello serán los datos que proporcionan las excavaciones y los sucesivos estudios que surgen de su análisis los soportes en los que se base la redacción de estas líneas.

En lo que se refiere al empleo de la tierra en la península ibérica encontramos todo un cúmulo de errores, omisiones y olvidos que ignoran no sólo los conocidos textos de escritores latinos como Catón, Varrón o Columela y de recopiladores como Plinio o Isidoro de Sevilla, sino las propias evidencias arqueológicas que ponen ante nosotros la prueba inequívoca de que la tierra ha sido usada en todos los puntos de la península desde los tiempos más remotos, así como al otro lado del estrecho, en casi la totalidad del norte africano, muchos siglos antes de que llegaran a estas zonas las gentes musulmanas.

Insistir en ello no es casual pues son habituales las afirmaciones que ubican en una u otra orilla el nacimiento de la construcción con tierra en el occidente mediterráneo, coincidiendo con su ocupación por los grupos islámicos.

Así podemos leer que fueron los árabes quienes introdujeron la edificación con tierra en España (Easton 1996) o que quienes la llevaron al Magreb eran, al contrario, gentes andaluzas que cruzaron el estrecho, opinión que emite Laoust en la página 113 de su obra sobre los nómadas del Marruecos central (Laoust 1934).

Incluso es posible encontrar figuras como Al Galib quien pensaba que habían sido los musulmanes los introductores del uso de cajones para tapiar, tal como hacían en la India, afirmación que recoge, sin citar fuente, Castro Villalba, (Castro1995) cuya obra reseña Tabales (Tabales 2000).

Hay autores que observan un mayor empleo del adobe en zonas del occidente mediterráneo, cuando la presencia griega arraiga en ellas, lo cual es muy cierto (Chazellles 2001, Guillaud 2003).

Como el contenido de estas líneas tiene por objeto mostrar que la construcción de tierra en la península

está implantada desde la prehistoria, observaremos varios lugares, algunos muy anteriores a la influencia de Grecia y sus colonias en nuestro suelo, deteniéndonos luego especialmente en ver cómo están construidos dos importantes edificios, muy alejados en el tiempo pero ambos realizados con tierra.

Además del singular túmulo neolítico de La Velilla en el que encontramos un perfecto encofrado de tierra que podemos datar hacia el 3000 antes de Cristo, son numerosos los yacimientos que muestran otros modos de edificar con arcilla.

Como adobe la encontramos ya en el Calcolítico, en el Cerro de la Virgen de Orce así como en el s. X a.C. en el poblado de Soto de Medinilla.

Definida por sus excavadores como tapia la vemos en el Cerro de la Encantada, en Granátula de Calatrava, hacia el 1350 antes de nuestra era.

Otros muchos lugares muestran muros de barro en los que no es fácil precisar la técnica constructiva, como prudentemente comenta Díes Cusí, que los denomina "muros macizos de tierra" (D. Cusí 2001).

Muy usual fue el empleo de barro sobre mallas vegetales de diferente diseño, tal como se muestran en La Hoya Quemada (F. Burillo 1986).

¿Quiénes introdujeron estos modos constructivos? Lo sensato parece pensar que los diferentes grupos humanos llegan a las mismas soluciones cuando cuentan con el mismo problema y parecidos materiales para solucionarlo y que, tal como refiere Vitruvio, imitaron a las golondrinas para realizar sus primeros hogares estables.

Pero conviene examinar de dónde pudieron tomar ideas para mejorar sus cobijos de tierra los indígenas peninsulares, que ya la usaban ampliamente.

Sabemos que en entre los siglos XIV y XIII antes de nuestra era llegaban a la península mercancías del oriente mediterráneo, tal como demuestran las cerámicas micénicas halladas en Llaneta de los Moros o Purullena y otros yacimientos de Andalucía. Y que, pocos años después, estos productos eran traídos por los fenicios, los «phoinikés» que los griegos denominaban así a causa del rojo púrpura, «phoinix», con el que comerciaban.

Conocemos su habilidad constructora no sólo por las noticias de Herodoto y otros autores sino por la petición que Salomón hiciera a Hiram, rey de Tiro, para que le enviara operarios que realzaran con su trabajo la magnificencia del Templo.

La estancia fenicia en nuestra península es incontestable y muy anterior a la de los griegos. Tanto es así que éstos hubieron de acomodarse en Ampurias, donde los restos que evidencian su presencia no son anteriores al s. V a.C. porque el lugar de Rosas, mucho más seguro, estaba ya ocupado por los fenicios.

Un dato constructivo avala esta presencia: Las excavaciones muestran que en estas zonas del Mediterráneo no se utiliza la teja, tan vinculada a lo heleno. Es la terraza la que remata el edificio, rasgo típico cananeo, fenicio y luego púnico (Díes Cusí 2001).

Otro dato es la regularización de las plantas en las viviendas que van surgiendo allí donde la presencia oriental se consolida. Los edificios van pasando de ser circulares a desarrollar trazados cuadrados o rectangulares, más adecuados para su uso como almacén de mercancías o como lugar de trabajo.

También nos habla de la estancia semita y su influencia en muchos lugares el uso de la cal en la construcción, primero sólo como lechada, luego como mortero y revoco. Era otra manera de aprovechar los residuos de este material que tenían precisión de usar para el copelado de la plata.

Ello nos permite afirmar, tal como hace Belarte, que se ha construido, usando la técnica de la tapia, es decir, encofrando y apisonando el material dentro de su horma, un muro de tierra en la ciudadela ibérica de Calafell, de la segunda mitad del siglo VI a.C., precisamente porque alterna capas de cal y tierra, constituyendo uno de los ejemplos más antiguos de esta técnica entre nosotros (Belarte 2001).

Coincide con esta cronología parte de la cadencia constructiva que tuvo lugar en la sucesión de edificios



Figura 1
Vista general de Cancho Roano en la que se aprecia el agua del foso perimetral

que se alzaron en el impresionante sitio de Cancho Roano, donde encontramos otro de los modos más usados para construir con tierra, el adobe (fig. 1).

Con diversas formas está presente en toda la secuencia que se alza sobre el primer nivel en el que se encuentra la pequeña habitación de piedra y adobe, fechable en el s. VII a.C., cuidadosamente conservada, bajo lo que podemos considerar ya el más antiguo de los santuarios orientalizantes elevados posteriormente en este lugar, con la clara intención de promover un determinado culto (Celestino 2001) (fig. 2).

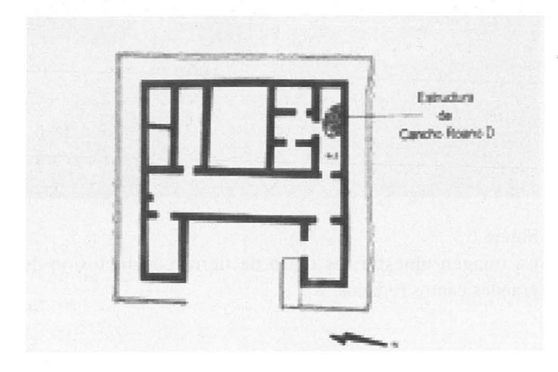


Figura 2
Planta del palacio-santuario mostrando la estructura más antigua, del s. VII a.C, bajo los edificios posteriores

La utilización del adobe no sólo en los muros y divisiones interiores sino en los más significativos lugares, como altares que se superponen siempre en el mismo lugar, exactamente, o en otras estructuras, como las escalonadas que acompañan a estas aras realizadas con adobes trapezoidales, nos habla por sí misma de la estrecha vinculación de estas piezas con tradiciones culturales (fig. 3).

La deliberada destrucción, en el s. V a.C., de este singular palacio-santuario, que se deduce por el cuidadoso sellado de sus vanos antes de proceder a incendiarlo, nos hace ver cuánto importaba a quienes lo destruyeron que permaneciera inviolable en épocas sucesivas (Celestino 2001).

También el fuego y el derrumbe que provoca un incendio, esta vez fortuito, han guardado hasta hoy



Figura 3
Sobre el zócalo de mampostería se alzan los muros de adobe con el revoco rojo característico de las paredes interiores
Las figuras 1, 2 y 3 están tomadas de la obra Cancho Roano del Doctor Sebastián Celestino Pérez.

otro impresionante edificio de tierra, casi mil años posterior al último, aterrazado, que culmina la serie de Cancho Roano.

Se trata de la bellísima villa romana de La Olmeda, realizada a mediados del s. IV de nuestra era, que, como en los ejemplos anteriores, se halla en un lugar donde los grupos humanos eran habituales hacía siglos, desde la primera Edad del Hierro (Nozal 1995).

La presencia romana se detecta ya en época Flavia, a finales del s. I o primeros del segundo de nuestra era, utilizando sucesivamente la zona (Cortes 2001).

La villa que ahora nos ocupa, levantada a 200 metros de una anterior, está organizada en dos partes independientes. Efectivamente, unidos por un pasillo se encuentran los baños, a un lado y al otro la vivienda (fig. 4).

Ésta, cuya extensión es de 3000metros cuadrados, ha sido clasificada por Fernández Castro dentro del conjunto de «Casas residenciales» en su estudio sobre Villas romanas en España, considerándola, además, como «singularmente señorial» (Fernández Castro 1982).

Fue casa con peristilo que luego se cerró en tres de sus lados (Cortes 2001). En el del sur se alzan hoy, tal como estaban, los arcos de medio punto, de ladrillo, que corren paralelos a la fachada del mediodía (fig. 5).

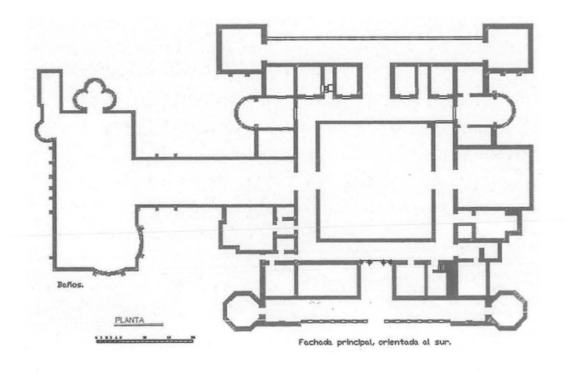


Figura 4
Planta de los baños y la residencia de la Villa de la Olmeda. Dibujo de los arquitectos Antonio González y Luis Muñoz.

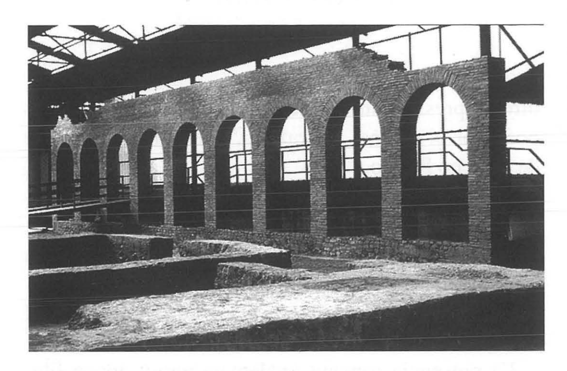


Figura 5
Arquería de ladrillo, paralela a fachada principal, que se ha vuelto a levantar en su lugar original

Casi toda ella está construida con tierra, bien como «emplectum» en pequeñas zonas o como tierra encofrada, en la mayor parte, además de como adobe en algunos lugares de la cocina.

Determinar cómo fue construida no es fácil pero hay detalles que hacen pensar en muros de vertido: El grosor de las paredes es sumamente desigual, oscilando entre los 50 y los 100 centímetros con toda una gama de medidas entre estos extremos.

Además, como ya se ha reseñado, hay zonas en las que la tierra ocupa simplemente un lugar entre dos hojas de piedra y piezas cerámicas, no mostrando vestigios muy claros de por qué fue así utilizada en paredes que no son exteriores, unas veces, o que no parecen variar sus grosores por razón de la orientación de la pieza.

Hay que constatar también la frecuente presencia de grandes cantos rodados mezclados con la tierra, lo que hace imposible una pared amasada y muy poco probable una de tapia, porque el apisonado no resultaría adecuado (fig. 6).



Figura 6
La imagen muestra los muro de tierra con inclusión de grandes cantos rodados

Un pequeño estrechamiento del muro, justo encima del zócalo de piedra, parece haberse producido al retirar un encofrado apoyado sobre él. Este ligero retranqueamiento permitiría colocar cómodamente placas de mármol o piedra en el exterior y pinturas o estucos en las habitaciones, tal como aún se ven en varias piezas. Podemos apreciar una imitación de mármoles en varias paredes del ala norte y un jardín con columnas, flores y pájaros, de los que se conserva entera una perdiz, en las del gran «oecus» del lado este. Completan la decoración de este espacio maravilloso, en el que los mosaicos del pavimento nos muestran a Aquiles descubierto por Ulises en Skyros, una hermosa orla de vegetación con animales fabulosos que sujetan retratos y la representación, sorprendentemente realista, de varias escenas cinegéticas (fig. 7).

No se han encontrado revestimientos de mármol o piedra en el exterior, que protegerían suficientemente el muro de tierra, pero es probable que los hubiera. El alto nivel económico del dueño, evidente en los impresionantes mosaicos y en el tamaño de la villa,

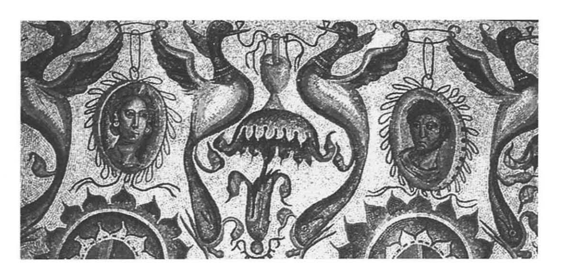


Figura 7
Cenefa que rodea la escena principal, realizada en mosaicos, del gran salón.
Las figuras 5, 6 y 7 son fotografías de don Enrique Cañas cedidas por el archivo fotográfico de la Diputación de Palencia.

así parece aventurarlo y además se han localizado placas en uno de los almacenes que no hallaron los ladrones, porque la villa ha sido objeto de pillaje en la etapa altomedieval, cuando se robaron los ladrillos que constituyen las «pilae» del «hipocaustum» oriental (Cortes 2001).

Por todo ello no parece descabellado pensar que se construyeran, con una técnica de vertidos, los muros de esta fantástica residencia cuya cronología la sitúa entre las épocas de Plinio el Viejo y de Isidoro de Sevilla. Ambos nos hablan en sus escritos de cómo se encofraba la tierra en nuestra península muchos siglos antes de que a ella llegaran los fieles del Islam.

Lista de referencias

Almagro-Gorbea, M. y A. Domínguez de la Concha. 1988. El Palacio de Cancho Roano y sus paralelos arquitectónicos y funcionales. *ZEPHYRUS* 41–42: 339–382. (Universidad de Salamanca).

Belarte, C. 2000. Les tècniques constructives al mon ibèric. En *Actes de la I Reunió Internacional d´Arqueologia de Calafell*, 11–26.

Burillo, Francisco y Jesús Picazo. 1986. *El Poblado del Bronce Medio de la Hoya Quemada.* Teruel: Seminario de Arqueología, Colegio Universitario de Teruel.

Castro Villalba, A. 1995. *Historia de la Construcción arquitectónica.* Barcelona: Universidad Politécnica de Barcelona.

Celestino Pérez, S. 2001. *Cancho Roano.* CSIC.

Celestino Pérez, S. 2001. Los santuarios de Cancho Roano. *Arquitectura Oriental y orientalizante en la Península Ibérica*, 17–56. CSIC.

Cortes y Álvarez de Miranda, J. 1996. *Rutas y villas romanas de Palencia,* 59–107. Palencia: Diputación de Palencia.

Cortes y Álvarez de Miranda, J. 2001. *Villa romana de La Olmeda.* Guía breve. Palencia: Diputación de Palencia.

Chazelles, Claire-Anne de. 2000. Les tecniques de construction protohistoriques en Gaule méridional. En *Actes de la I Reunió Internacional d´Arquelogia de Callafell,* 11–26.

Díes Cusí, E. 2001. La influencia de la arquitectura fenicia en las arquitecturas indígenas de la Península Ibérica (S.VII–VII). *Arquitectura Oriental y Orientalizante en la Península ibérica*, CSIC.

Easton, D. 1996. *The Rammed-earh house.* Vermont: Chelsea Green Publising Company.

Fernández Castro, Mª C. 1982. *Villas romanas en España.* Ministerio de Cultura.

Guillaud, Hubert. 2003. An approach to the evolution of earthen building cultures in Orient and Mediterranean regions. *AL-RÂFIDÂN.* 24.

Laoust, E. 1934. L´Habitation chez les transhumants du Maroc Central. *Hesperis*. 18.

Mimó, Roger. 1996. *Fortalezas de barro en el sur de Marruecos.* Madrid: Compañía Literaria.

Nisard, M. 1856. *Les agronomes latins: Caton, Varron, Colunelle, Palladius.* Chez Firmin Didot Frères

Nozal Calvo, M. 1995. EL yacimiento de La Olmeda. La villa y el territorio. En *Actas del III Congreso de Historia de Palencia.* 1: 315–340.

Tabales Rodríguez, M. Á. 2000. Algunas reflexiones sobre fábricas y cimentaciones sevillanas en el período islámico. En *Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* 2: 1077–1088. Sevilla.

El conocimiento de la tradición constructiva local de los Abruzos (trabocchi, pinciaie, caciare) para una nueva sustentabilidad proyectual

María Cristina Forlani

La investigación sobre algunos sistemas constructivos típicos del territorio de la región nace por el descontento del resultado de las nuevas urbanizaciones y por la voluntad de reconvenir el «diseño» a una mayor calidad de la imagen y del bienestar ambiental, con respecto sobretodo a la antropología de áreas particularmente sensibles y vulnerables.

El examen de la conveniencia de productos edilicios «espontáneos» ha conducido los estudiosos (Rudofsky 1964; Norberg-Schulz [1979] 1992) a revisar el patrimonio histórico para tratar de «reanudar» el desarrollo a una tradición local voluntariamente ignorada por la cultura moderna: los textos de tecnología retraen casi exclusivamente materiales lapídeos, artículos de barro, acero, concreto (hormigón armado) y otros materiales nuevos como la plástica compuestos; los estudios de arquitectura —más allá de la historia sobre las excepcionales obras hechas a mano— desde hace casi cincuenta años tratan la arquitectura racionalista y la del «international style» con el objetivo de romper con las tradiciones constructivas locales consideradas obsoletas.

Volver a descubrir una peculiar herencia arquitectónica-cultural ha inducido varios Entes territoriales a iniciar acciones de tutela y de recuperación; la región de Los Abruzos, en particular, ha emanado dos leyes[1]que miran a proteger el patrimonio constituido por la «arquitectura espontánea» favoreciendo la recuperación y la valorización de las casas de tierra, de las choza a «tholos» y de los «trabocchi». En realidad el abandono o el desempleo de estas construcciones, a partir de la segunda guerra mundial, ha casi vuelto inútiles las «buenas intenciones»; de hecho aquella difundida «sabiduría constructiva», ya no practicada, se está extinguiendo rápidamente y será muy difícil intervenir con acciones apropiadas y no comprometedoras.

En síntesis, es intención reconstruir la «noción» y la «ejecución» de los sistemas constructivos tendidos a la concretización de los acabados en objeto (Forlani 1983, Forlani 2004) con el fin de producir instrumentos operativos en grado de soportar y controlar la conveniencia en las acciones de recuperación de tal patrimonio.

El segundo objetivo, mucho más ambicioso, mira a predisponer ulteriores instrumentos, o sea guías a un planeamiento más apropriado, comenzando desde el conocimiento de las prestaciones que los diferentes sistemas constructivos ofrecen en relación a las respectivas zonas matérico-climáticas. Se trata de regresar a las orígenes de las razones del construir —desde el amparo a la choza y a la habitación— considerando los factores climáticos y materiales como parámetros primarios en la determinación de la respuesta habitacional (Cataldi 1988).

Introducción

Una sección ideal trazada a través del territorio «Apruzzese» restituye situaciones geográficas diferentes y individua un muestreo climático y de mate-

riales de conspicuo interés: un ambiente montañés, aunque sea de considerable altitud, un sistema de colinas y un ámbito costero con playas y acantilados. Estas zonas, «geo-matérico-culturales», corresponden a particulares tipologías constructivas, que representan un «actuar» estrictamente relacionado a las razones del «habitar», capaces de restituir las opciones más indicadas a las características del «sitio» y de los «recursos» además de dar una respuesta humana atenta a las cuestiones ambientales (Gangemi 1985).

Se tratará de la utilización de los recursos naturales —la madera, la tierra y la piedra— que son los materiales más utilizados en los procesos edilicios primarios, en cuanto fáciles de hallar (Davey 1965), para la realización de construcciones preferentemente precarias, semejantes a los sistemas provisorios. También para la piedra, en su particular utilización «a seco» (distinta de aquella más compleja —extracción, corte y acabado— en las construcciones históricas más especializadas) es posible descubrir un aspecto diferente con relación a la característica de «durabilidad» que generalmente está asociada a la idea misma de este material; i «trulli», por ejemplo, con la simple remoción de una dovela «llave», volvían a ser simples «specchie» (cúmulo de piedras recuperadas de los campos bonificados) en el momento en que ya no eran necesarios (Ambrosi *et al*, 1997; Gioia 1893).[2]

Para cada uno de los sistemas examinados se considerará la modalidad de auto-construcción analizándola como los análogos sistemas «primitivos» (Guidoni 1975): también a distancia de siglos las respuestas en situaciones de escasez de recursos (materiales y mano de obra) definen productos similares. El punto de referencia primitivo puede representar el modelo base de acción más apropiada, una directa relación entre «lugar» y intervención humana.

Las tradiciones constructivas locales

La *línea de la costa* se caracteriza por la presencia de los «trabocchi», construcciones para la pesca que derivan del prototipo palafito, una construcción hecha con plataformas elevadas sobre el suelo que se erigen sobre una estructura de cimiento formada por palos clavados en el terreno. Los edificios a palafito resalen, al menos en Europa, a la era mesolítica pero perduran también en edad histórica. Ellos responden a la necesidad de adaptarse a particulares condiciones ambientales (zonas lacustres, terrenos aguanosos y sujetos a inundaciones); este modelo estructural es apropiado para resistir sea al embate de una inundación que a la estancia en el agua (Bradford 1966). El material necesario para realizar el palafito ha sido desde siempre la madera gracias a sus específicos utilizaciones (Vitruvio, II). La reedificación periódica de estas construcciones debida al deteriorarse de algunos de los elementos de madera, revelan la validez de los «trabocchi» con respecto al mantenimiento y a la facilidad de renovar toda o parte de su estructura.

Estas construcciones aparecen en la costa de Los Abruzos en la segunda mitad del siglo XVII, cuando en esta zona se establecieron algunos núcleos familiares, sobre todo de hebreos provenientes del centro-norte de Europa (Francia y Alemania), constituidos por hábiles artesanos (pontoneros, herreros, tejedores) que por un lado no tenían una sólida tradición marinera (no sabían ni nadar ni aprontar una embarcación), y por el otro la pesca representaba, a menudo, su única fuente de sustentamiento. Fue necesario, entonces, inventar un sistema que permitiera pescar desde la orilla también cuando no fuera posible usar arpones a causa del mar agitado o poco cristalino (Cupido 2003). Al principio se realizaron solo pasarelas, sostenidas por estructuras de madera con riostras de contraviento, y en sus vigas se colgaban las redes para pescar; más tarde, a estos elementos primarios, se añadieron los otros elementos constructivos que configuran los actuales «trabocchi».

Los «trabocchi» de la costa se pueden clasificar de dos tipos: de arrecife o de muelle (o de puerto) y se caracterizan a según de los vientos a los cuales están sometidos: se individuan, así, «trabocchi de levante» y «trabocchi de maestral». Los «trabocchi» de muelle, a diferencias de aquellos de arrecife, non tienen pasarelas en cuanto están ubicados en proximidad de un fundal muy profundo (Forlani 1983, Forlani 1995, Forlani 2004; Radogna 2004) (figs. 1, 2 y 3).

Los elementos y materiales que constituyen dichas estructuras se hallan directamente en el mismo lugar. Las encinas y los acebos que crecen en los pendientes expuestos al sur, y por esto más resistentes a los agentes atmosféricos, tienen que ser demolidos durante la fase del cuarto menguante de agosto: descortezados, puestos a secar y amontonados, podrán ser utilizados en el mes de enero sucesivo, cuando el



Figura 1
Tipologías de trabocchi en relación con la ubicación en el mar. Tabocco de muelle. (Fotografía del autor)

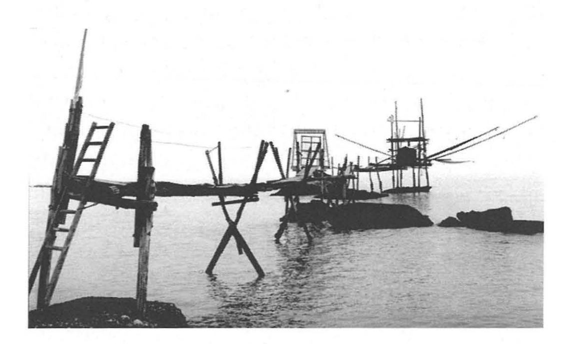


Figura 2
Tipologías de trabocchi en relación con la ubicación en el mar. Trabocco de escollo. (Fotografía del autor)



Figura 3
Elementos técnicos característicos. Trabocco de escollo y pasarela de enlace. (Fotografía del autor)

agua del mar será más cristalina y se repetirá la baja marea.

Los «traboccanti» (constructores de «trabocchi»), sirviéndose de una pequeña balsa de cañas («cannizzo») que empujan con un largo bastón, transportan de un lato a otro los troncos de árboles necesarios para reparar los «trabocchi» o para construirlos nuevos (figs. 4 y 5).

Se bloquean las estacas de apoyo a las cavidades de los arrecifes con cuñas de fresno de olor, carpe y tejo (maderas tiernas y fáciles de trabajar), se hierven las redes y las cuerdas con la corteza de pino marítimo y con resinas naturales (inclusas las de almendro y melocotón) y con el resto de la cocedura se empreñan las vigas. Pero todos estos recursos no han asegurado la suficiente durabilidad y estabilidad de las estructuras, por lo que ha sido necesario intervenir sobre el sistema: aparecieron los puentes debajo de las pequeñas antenas, las manguetas y los primeros estayes: la estructura se enriqueció de elementos externos, como las estructuras con la cruz de S. Andrés y riostras de contraviento de las pequeñas antenas, que la rindieron más rígida y segura. Los «equilibrios» cambiaron nuevamente con la construcción de la línea del ferrocarril (1862–1863) por la utilización de materiales y tecnologías nuevas. El alambre reemplazó el cordaje orgánico, para realizar nuevas modalidades de enlace se introdujeron elementos (como chapas, pernos, tuercas, clavos) que se utilizaban normalmente para la ordinaria manutención de la vía

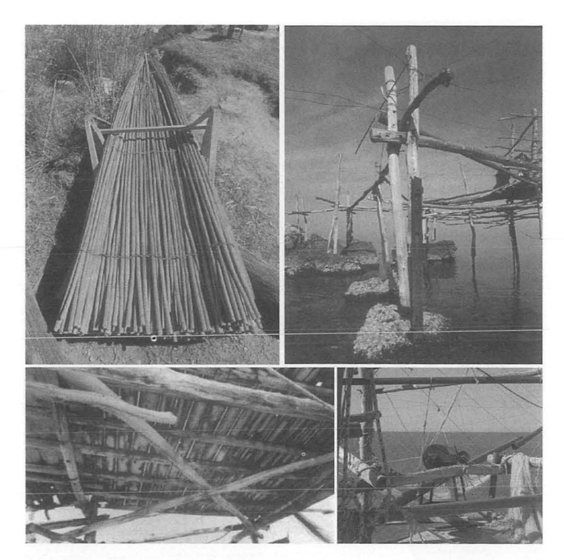


Figura 4
«Sistema de movilidad» («cannizzo») y elementos técnicos fundamentales (palos y plataforma-vista inferior y superior). (Fotografía del autor)

férrea. La compañía del ferrocarril empezó a usar corrientemente la madera de la robinia, importada de Australia, para sembrar las escarpaduras sujetas a derrumbes, gracias a sus cualidades como el crecimiento rápido y derecho, la dificultad de combustión y la dureza después del desecamiento. Otros elementos fueron recuperados entre los materiales dañados por las bombas de la I Guerra Mundial como los pedazos de carril que los «traboccanti» utilizaron como elementos de sustento, los cuales empiezan a ser mixtos, sea aquellos implantados en la roca que aquellos apoyados directamente en el fondo. Sucesivamente, con la llegada del Portland, se utiliza también el cemento para fijar las cuñas; las antenas se realizan con las vigas de abeto «trieste» fácil de recuperar en el mercado local (Cupido 2003) (fig. 6).

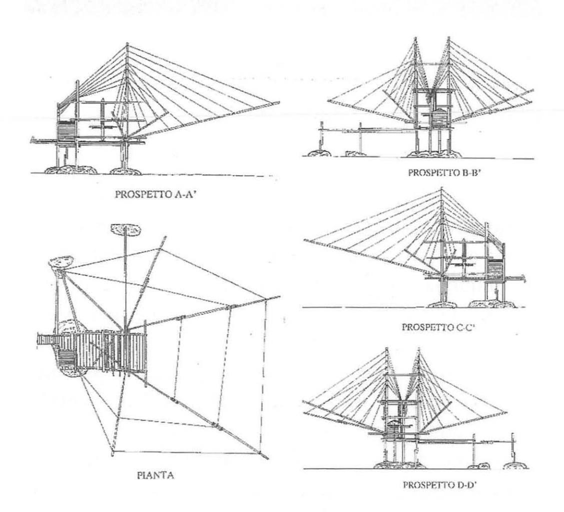


Figura 5
Relevamiento típico de un «trabocco». (Curso de tipología estructural)

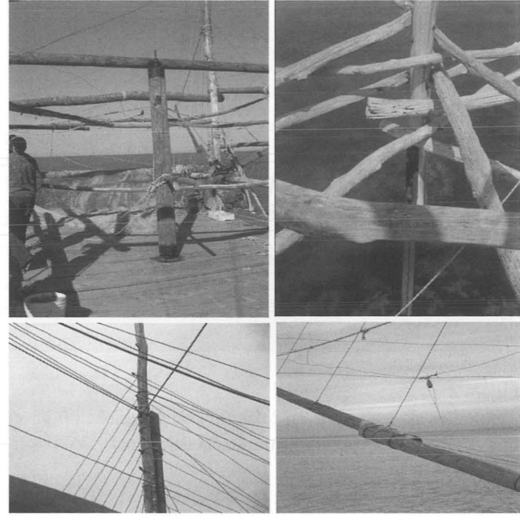


Figura 6
Elementos técnicos característicos. Argano cabrestante; varapalo; estay; «nudos». (Fotografía del autor)

La «costa teatina» tenía alrededor de cincuenta «trabocchi», actualmente quedan solamente dieciséis. Tardan en manifestarse los efectos de la Ley regional que habría tenido que favorecer la reedificación y la recuperación de dichas construcciones.

La *zona de colinas* presenta varias agregaciones de «casas de tierra» («Pinciare»), habitaciones rurales esparcidas y reunidas en pequeños núcleos. La utilización de la tierra como material para la construcción es muy antigua (Lloyd 1966; Galdieri 1982) y

puede ser considerada como el pasaje desde la cultura del «amparo» hacia aquella de la «choza» (Cataldi 1988) o sea desde agrupamientos de cazadores, típicamente más errantes, a aquellos más estables de campesinos. La actividad agraria ha determinado un atento conocimiento de las características prestacionales de la «tierra» y, sin duda alguna, ha favorecido su utilización en la construcción, a partir de la forma más simple —como elemento de cierre de una estructura de elevación de madera (*opus craticium*)— a un sistema autónomo de piezas que constituyen la obra de albañilería (ladrillos y tabiques) (Vitruvio, 2, 3; Plinio, 25, 11, 8). Se debe considerar la «tierra» como un «compuesto» en el que barro, arena y agua se unen y determinan sus prestaciones: por lo general el barro constituye el ligamiento mientras que la arena es la armadura interna. Por sus propiedades cohesivas es indispensable utilizar una mínima cantidad de barro porque su actitud a cambiar de volumen a según del porcentaje de agua podría causar graves desarreglos al interno del material que debe ser mezclado y dosificado de manera oportuna según su utilización (Houben Guillaud 1989; Forlani 2001).

En Abruzzo las habitaciones de barro se propagan desde fines del siglo XVIII hasta la segunda mitad del siglo XIX, paralelamente al surgir de la nueva clase burguesa y al fraccionamiento de los terrenos rurales. La consecuente necesidad de viviendas, en una situación de escasos recursos económicos, originó el modelo que es objeto de estudio. La casa de tierra está de hecho directamente relacionada con un tipo de edificación que necesita de materiales económicos y técnicas de construcción y manutención bastante simples para que puedan ser practicadas por el mismo agricultor (Ortolani 1961); este tipo de construcción estableció un enlace directo con la utilización específica del material solamente en la protección del basamento y en la edificación del techo y generó un modelo que corresponde a aquello consolidado y realizado con otros materiales (fig. 7). Las construcciones se diferencian entre ellas por la relación que se instaura entre el utilizador y la función: de simple amparo a la habitación rural más compleja. Las viviendas del peón, del aparcero y del pequeño propietario individuan sistemas diferentes, desde el mínimo existencial (la pieza única que raramente se repite a dos niveles) al sistema articulado (varias piezas y a menudo a varios niveles) hasta llegar a los «conjuntos» con construcciones adicionales (establos y almacenes) (fig. 8 y 9).

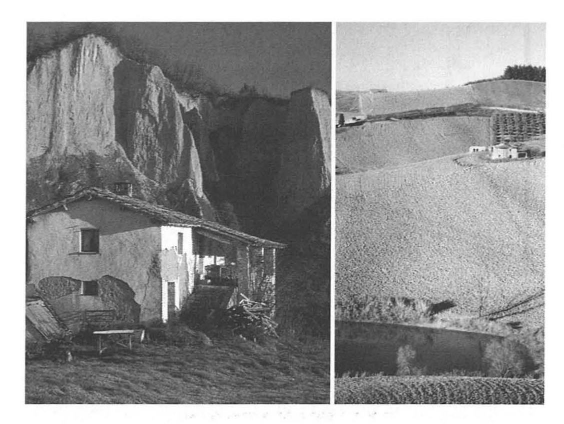


Figura 7
Diferentes organizaciones morfológicas en relación con el territorio. (Fotografías de G. Basti; I. Fragkakis)

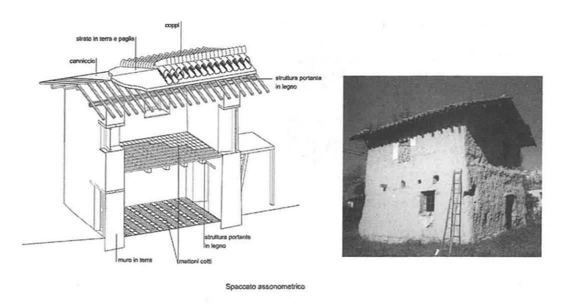


Figura 8
Análisis constructivo de un módulo base (R. Petruzzelli)

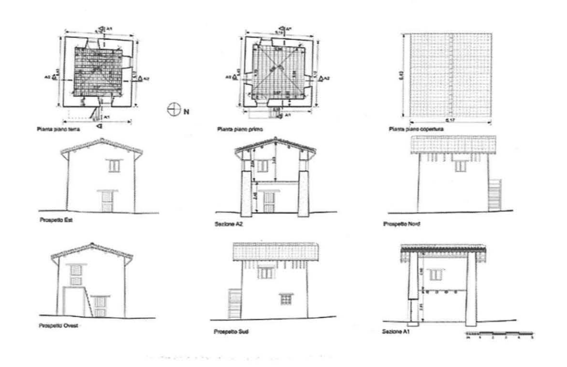


Figura 9
Relevamiento de un módulo base (R. Petruzzelli)

Además hay que evidenciar las características con relación a las peculiaridades ambientales: el espesor de las paredes (en condición de conservar la temperatura interna), el tamaño de las aberturas (para minimizar la dispersión del calor interno y para no dejar entrar el calor o el frío externo), la utilización de materiales vegetales para el techo (madera o cañas y tierra, materiales aislantes y al mismo tiempo indicados para controlar la humedad) y para los empastes (para favorecer la evaporación), el dimensionado de la pieza unitaria, (para permitir la calefacción con un hogar) no superior a 4 ˇ 4 m y alta menos de 3 m. En síntesis se trata de construcciones macizas que, además de asegurar un óptimo funcionamiento estático, representan un modelo energético de tipo «conservativo» (Banham 1978), que es la respuesta ideal al desafío del clima mediterráneo que, aunque sea templado, se caracteriza por el alternarse de temporadas calientes y frías (Forlani 1983, Forlani 2001; Petruzzelli 2004).

En la tradición del Abruzzo se utiliza comúnmente la técnica del «massone» (bauge, cob, wellerbau), pero se usan, aunque limitadamente, también las técnicas del ladrillo crudo (adobe), de la tierra comprimida (pisé, stampflehm) y del opus craticium (torchis, strolehm).

Una completa familia estaba comprometida en la construcción de una casa: alrededor de 10 personas coordinadas por un «maestro de obras» que organizaba el taller y dirigía las fases más delicadas de las obras, a partir de la selección del lugar hasta la realización y posicionamiento de los elementos. La casa de tierra se construía sobre una altura o sobre la parte más alta de un terreno para evitar la humedad debida al estancarse del agua de las lluvias, y solamente adonde la tierra era «idónea» (justa cantidad de arcilla y arena) porque trasportarla de un lado a otro resultaba inconveniente.

El sitio destinado a la construcción se roturaba con azadas para preparar el material, el área labrada se pisoteaba y se mezclaba con agua y paja usando los pies o utilizando los animales. La fase del empaste duraba más o menos dos días y otros dos para que se secara el material. En primavera se empastaba con mayor facilidad pero el tiempo necesario para el secamiento era más largo; en verano el secamiento era muy rápido pero el empaste necesitaba de mayor cantidad de agua y trabajo. Sucesivamente eran, por la mayoría de las veces, las mujeres que «amasaban» los «terrones» dándoles la grandeza de un pan de forma redonda: 15 cm de diámetro, 20–30 cm de largo y de 5 a 10 kg de peso. Los «peñascos» («massoni») podían ser también de diferentes dimensiones a según de la específica función. La producción de los elementos para una construcción básica duraba casi dos días. Las paredes se elevaban por estadios sucesivos de amontonamiento de casi 80 cm de altura y de ancho. La puesta en obra era bastante regular, similar a aquella de los ladrillos o de los cuños de piedra. Se comprimia y se alisaba cada estrato y se dejaba secar por algunos días antes de proceder con otros estratos que se iban reduciendo gradualmente hacia arriba hasta un minimo de 50 cm (fig.10).

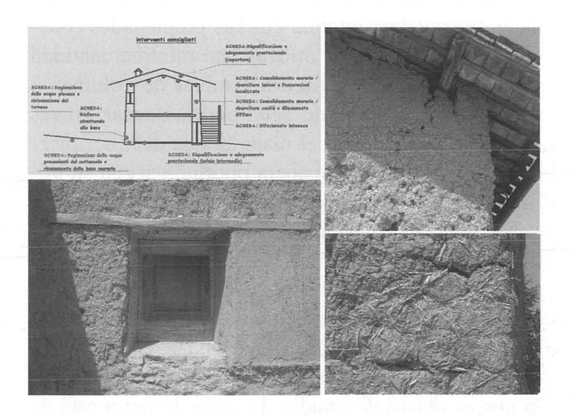


Figura 10
Gráfico de síntesis por el código de práctica. (R. Petruzzelli); elementos técnicos característicos. «pared»; cubierta; ventana. (Fotografía del autor)

Era previsto que en el primer piso se apoyaran las vigas del suelo y en la parte superior aquellas que definían la estructura del techo que en su composición no se diferenciaba mucho de aquella de los sistemas utilizados en los otros edificios, salvo aquellos que por el mayor saliente del tejado llegaba a una medida aproximada de 50 cm. El revoque, si los recursos económicos lo consentían, consistía generalmente en una argamasa de cal (Forlani 1983; Gandolfi *et al* 1986).

El *territorio montañoso* es connotado por una muy escasa, pero particular, presencia humana: las «cho-

zas a tholos» («queseras»). Estas son en la mayor parte funcionales a la «transumancia»[3] (actividad documentada desde tiempos muy remotos y regulada por Alfonso de Aragón en 1447) y constituían viviendas temporales o cobijos, siendo acopladas a otras construcciones agrícolas. El origen de «tholos» se pierde en «la notte del tempo» y su difusión, partiendo de una edificación en forma de cúmulos (Lloyd 1966), se encuentra en distintas partes del mundo. La característica de éstos manufacturados en piedra, poco semejantes en prestaciones por parte de los históricos más conocidos, reside en la utilización de material lápideo —de dimensiones medias— hallado en el lugar de la construcción y procedente, generalmente, de trabajos de campo (roturación y mejora del terreno); su colocación en obra solicita el empleo de mano de obra escasamente especializada, los medios elementales, ninguna argamasa entre los elementos.

El origen de las chozas a tholos sobre las montañas de los Abruzzos se remonta sólo a doscientos o trescientos años; las que aun existen se remontan al siglo XIX. La principal actividad «constructiva» era concomitante con la redacción del Catastro Provisional (principios del siglo XIX) que impulsó a los agricultores acapararse las tierras patrimoniales haciendo «figurar» señales con algún derecho de propiedad. Con el gran desarrollo de la ganadería (siglo XIX) se activan, con las regiones implicadas, intercambios incluso de carácter constructivo: la forma de las chozas presentes sobre las montañas de los Abruzzos, por ejemplo, dependen fuertemente de los «trulli», puesto que en Apulia, más que en otras aréas líticogeográficas, se había majormente desarrollado y perfeccionado la técnica constructiva del tholos. (figs. 11, 12 y 13).

Para tales chozas son posibles algunas distinciones: el empleo como establo o henil, añadida a la residencia; como cobijo temporal y depósito, en los fondos lejos de la habitación; cobijo pastoral, a la cual se hermanaban las campiñas construidas con la misma técnica «en seco» (Ortolani 1961, Micati 2001). Las distinciones, estrechamente conexas a las funciones que tales construcciones podían desarrollar, son perceptibles principalmente en las diferentes consistencias del sistema: de la choza individual empleada como cobijo se pasa al «complejo» para los pastores, lugar de principal permanencia y trabajo (la preparación de los quesos). El complejo tipo está for-

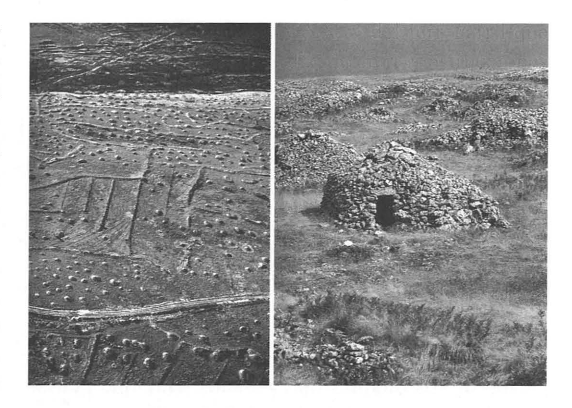


Figura 11
Los territorios bonificados; por la «specchia» al tholos. (fotografía R. Di Vincenzo; P. Dell'Elce)



Figura 12
Dimensiones y organizaciones del sistema de tholos. La choza aislada. (fotografía E. Micati)



Figura 13
Dimensiones y organizaciones del sistema de tholos. El complejo agro pastoral (fotografía E. Micati)

mado por una choza grande (dormitorio), por una pequeña (para el deposito de las herramientas y la conservación de los quesos) y por otra doble entrada (el ordeñador). La choza de pequeñas dimensiones, aislada en el campo, se realizaba simplemente por el campesino, en los periodos de menor trabajo.

El gran complejo agro-pastoral pedía, por el contrario, la presencia de un experto (había más de uno en cada país montañoso); su única herramienta era un martillo con el cuál conseguía adaptar las distintas piedras que les habían pasado los obreros dedicados a transportarlas; su tarea primaria era dirigir la colocación de los bloques más pesados. Hay que pensar que el complejo del Colle del Civita (Roccamorice, en la provincia de Pescara) ha sido realizado por 12 ó 15 obreros aproximadamente entre un mes y medio de trabajo (Micati 1983).

Las formas principales que caracterizan tales chozas pueden referirse a tres tipos fundamentales:

- las llamadas formas primarias, en las cuáles los elementos de cierre verticales no son distinguibles de la cobertura (las formas primarias se pueden interiormente subdividirse en «decadentes» —chozas de dimensiones contenidas con cobertura bruta y poco emergente— y «ojivales» —chozas mayores con fuerte importancia de la cobertura según un perfil a ojiva);
- las formas secundarias, donde por el contrario se observa fácilmente la diferencia entre paredes y cobertura (las formas secundarias se pueden posteriormente subdividirse en «cilindro-cónico» y «tronco-cónico», diferentes por la posición de las paredes pero similar a la decadente en su ejecución; a «escalones», de grandes dimensiones construidos por bandas de modo que los escalones inferiores proporcionen la base de apoyo, el «andamio», para las fases siguientes de construcción; a «escalones helicoidales», en los cuáles el escalón es único y crece a espiral);
- las formas derivadas, o sea aquellas que, al modificar la geometría de la instalación, de circular a cuadrangular, se disponen configurando agregaciones urbanas.

La elección de la forma circular reside en distintas razones; en particular no debe olvidarse que en presencia de fuertes climas rígidos y vientos fuertes, las formas cilíndricas y de cúpulas son las que exponen menor superficie a las tensiones y en consecuencia sufren un menor enfriamiento (Forlani 1984; Radogna 2004).

La construcción a «tholos» es un sistema estructural pesado, muy simple, resultado de la yuxtaposición de piedras a seco irregulares, poco o para nada trabajadas. El principio elemental de la estructura es el de la ménsula. La colocación en obra de las piedras en curso circulares puede definirse como una especie de acumulación de elementos que, una vez recogidos y guardados por tamaño y nivel de preforjar, se agrupan a continuación para realizar el sistema construido. La acumulación, en aparente casualidad, es en cualquier caso clasificable en:

- acumulación desordenada, típica de los cercados, que es concretada por «lanzamiento»;
- acumulación ordenada, relativa a la construcción de chozas, que tiene lugar por estratificaciones sucesivas según una disposición jerarquizada de las dovelas, desde los mayores hasta los más pequeños a partir de las capas inferiores hacia arriba;
- acumulación estructurada, que se refiere en particular a la definición de elementos importantes (los arquitrabes, los arcos, las pseudo-

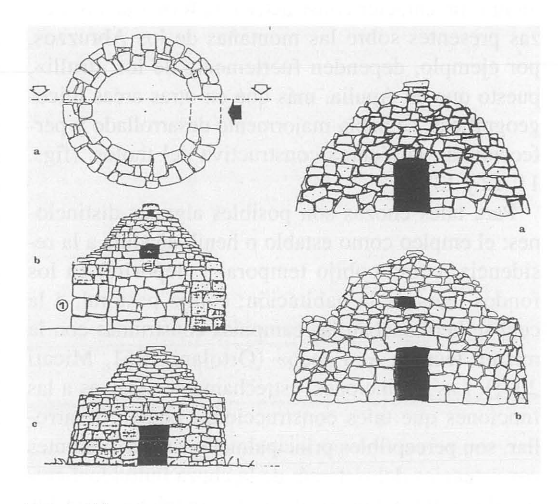


Figura 14
Relevamiento de una choza y tipos constructivos primarios y secundarios (curso de Tipologia strutturale)

bóvedas y los pseudo-arcos) y requiere de atención en la elección y en el cuidado del material así como en su puesta en obra (fig.14).

La definición de la entrada, y de las aperturas en general, pasa a ser pues el momento más delicado; en efecto el material a disposición influye en manera preponderante para las soluciones, más o menos elementales, inherentes a la descarga de los pesos superiores: disponer de bloques de dimensiones considerables permite utilizar, para la entrada, el sistema a arquitrabe, en donde los elementos monolíticos vienen dispuestos en sucesión, en paralelo, hasta cubrir la totalidad del espesor del muro. Por lo contrario, la falta de partes adaptadas, para dimensiones y de la resistencia, implica la búsqueda de «ingenios» de los más variados como el empleo de compartimientos de descarga (cuadrangular —dónde el peso viene en parte desplazado a un arquitrabe superior de dimensiones reducidas— y triangular, generalmente realizado con dos dovelas a contraste o con un sistema de pequeñas ménsulas) o del arco, a distintas morfologías de sexto (fig. 15).

Consideraciones finales

Todos los tres sistemas constructivos emplean pues materiales naturales hallados en el lugar mismo de la construcción, utilizan procedimientos auto-cons-

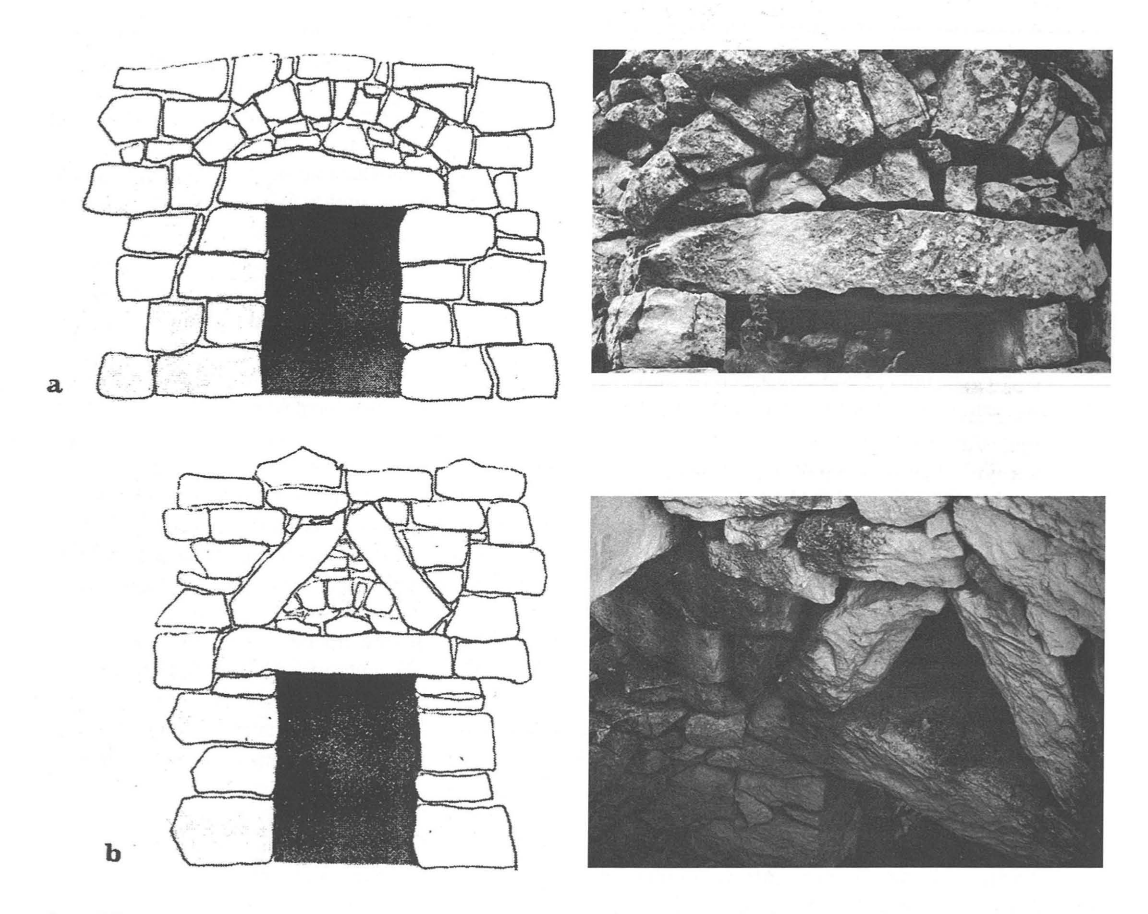


Figura 15
Elementos técnicos caracterizantes. formas de ingresos y de sistemas de descarga (curso de Tipologia strutturale)

tructivos, requieren una mano de obra con mínima especialización y requieren pocas y elementales herramientas (Donati 1990). Los tiempos de realización, siempre muy cortos, permiten un inmediato utilizo del cobijo, dichas prestaciones resultan propias a su función: los «trabocchi» ofrecen, a nivel estructural, una excelente respuesta a las tensiones del mar y, a nivel tecnológico, permiten fáciles operaciones de mantenimiento, ordinario y extraordinario, en cuanto sistemas «a seco»; en las casas de tierra se encuentra un salubre y confortable microclima interior, debito a que la construcción en crudo se comporta como reguladora de la humedad; Los tholos, en razón de los fuertes espesores de sus muros, conservan en medida adecuada la temperatura interior.

Para cada uno de los sistemas, realmente porque son identificados como «precarios», va ulteriormente reafirmada la necesitad de un mantenimiento «continuo» y apropiado. Tales «sistemas» casi desaparecieron del panorama «constructivo» contemporáneo, suplantados por otros sistemas-materiales que «garantizaban» mejores prestaciones y gestión simplificada, una mayor fiabilidad y durabilidad así como la posibilidad «de evitar» el mantenimiento. Además para cuánto se refiere «a las chozas a tholos» y a las «casas de tierra», el confort interior de nuevas viviendas, encomendado a la vez casi exclusivamente a la técnica de las instalaciones, volvía casi superflua la interacción constructivo-estructural de los manufacturados (que comporta, de hecho, el abandono de todos los «sistemas tradicionales masivos») destacando al contrario un consistente ahorro en términos de material, manufacturados y tiempos.

Realmente, la reducción del espesor de los revestimientos enajenaron un importante requisito de la construcción —el «de conservar» la estabilidad del microclima interior respeto a las variaciones exteriores— delegando casi exclusivamente a las instalaciones la función de proporcionar un confort aceptable; esta solución implicó de todas formas constes más elevado, a nivel tanto de gestión como de impacto ambiental. La adopción de tales modalidades constructivas podía asegurar en absoluto las mejores prestaciones estructurales pero no podía excluir, de ninguna forma, el de prever intervenciones de mantenimiento tesas a garantizar la calidad en el ejercicio del manufacturado.

La reconsideración de sistemas masivos típicos de esta tradición local puede pues volver a ser actual, en cuanto el necesario mantenimiento que piden no va más allá de lo debido en cualquier otra tipología constructiva. Las prestaciones respeto al confort interior, sin embargo, mejores y la totalidad del presupuesto energético-ambiental puede revelarse —en un diseño apropiado— seguramente competitivo. La reintroducción del crudo y de la piedra seca, en específicas áreas geográfico-matérico-culturales, aparece por lo tanto sumamente propuesta de nuevo incluso porque mejora las prestaciones de los manufacturados en el justo respeto del ambiente.

Distinto discurso, pero no en la sustancia, debe hacerse para las estructuras a trabocco: la costa ha sido caracterizada con la misma tipología a palafito incluso en los primeros «establecimientos balnearios» ahora suplantados de productos por los prefabricados en hormigón armado tan privado del propio ambiente marino como del escaso «peso» ambiental que por el contrario implicaban los antiguos establecimientos en cuanto sistemas temporales. De la misma manera, la proposición nuevamente de este «sistema», puede mirar a ofrecer un mejor manufacturado (servicios para el balneario). (Forlani 1997; Castagneto 2004).

El trabajo presentado refiere, en síntesis, una investigación compleja relativa a «construcciones primitivas» que se remontan al último siglo —sistema a palafito, construcciones de tierra cruda, chozas a tholos— que conservan modalidades técnicas elaboradas de los «recursos» locales a nivel matérico y cultural: esas mismas despiertan un elevado interés porque realmente representan un estrecho vínculo con el lugar y al mismo tiempo dan prueba de una primaria respuesta al desafío climático.

Los exámenes de los sistemas constructivos están vinculadas, en gran parte, a la observación directa y a los «relatos» de los últimos «maestros»; es también fruto de la experimentación efectuada en «obras escuela» en cuyos contextos fue fácil comprobar las noticias informadas de recientes testimonios específicos, tratados antiguos y manuales recientes. Nuestros estudios, en primer lugar, tienen el objetivo de contribuir a colmar este vacío que la cultura contemporánea manifiesta por lo que se refiere al patrimonio supuesto vernacular o espontáneo; en segundo lugar, en reconocer calidades ambientales olvidadas y capacidades de connotación paisajística típica, tendida por un lado a configurar guías a la recuperación, para

conservar tal patrimonio, por otro a proporcionar indicaciones útiles para desarrollar un proyecto conveniente a los lugares, en armonía con el ambiente.

NOTAS

1. Ley Regional del 14 de diciembre de 1994, n. 93 que lleva «Disposiciones para la recuperación y la valorización de los *trabocchi* de la "costa *teatina*"»; Ley Regional del 22 de febrero de 1997, n. 17 que lleva « Disposiciones para la recuperación y la valorización de las chozas a *tholos* y de las casas de tierra cruda».
2. Los «trulli» eran construcciones abusivas que se desarmaban y se volvían a montar hasta el año 1797 cuando Fernando IV de Borbón le reconoció a la ciudad de Alberobello el status de ciudad real. Hasta entonces los reyes de Nápoles habían prohibido que se edificara sin permiso y enviaban inspecciones continuas tanto que la familia Acquaviva, de Aragón condes de Conversano y feudatarios del reino, permitían que los campesinos construyeran aquellos amparos en los campos pero luego los obligaban a demolerlos en ocasión de los controles.
3. Migración de ovejas hacia campos herbosos.

LISTA DE REFERENCIAS

En la bibliografía han sido mencionadas sólo los textos estrechamente necesarios al conocimiento relativos a los temas de la relación (de estudio).

Ambrosi, Angelo, *et al* a cura di. 1997. *Storia e destino dei trulli di Alberobello.* Brindisi: Schena Editore.

Gioia, Pietro. 1839. *Conferenze istoriche sulle origini e sui progressi del comune di Noci in terra di Bari.* Napoli.

Banham, Reyner. 1978. *Ambiente e tecnica nell'architettura moderna.* Roma-Bari: Laterza.

Bradford, John. 1966. Costruzioni di graticciate, legno e zolle erbose. En Singer, Charles *et al,* a cura di. *Storia della tecnologia.* Vol. 1. Torino: Editore Boringhieri.

Castagneto, Francesca. 2004. *Attrezzature balneari per ambiti ad alta valenza ambientale - linee guida per un uso sostenibile della costa.* Roma: Aracne editrice.

Cataldi, Giancarlo. 1986. *All'origine dell'abitare.* Firenze: Alinea.

Cataldi, Giancarlo. 1988. *Le ragioni dell'abitare.* Firenze: Alinea.

Cupido, Pietro. 2003. *Trabocchi, traboccanti & briganti.* Ortona (Ch): D'Abruzzo libri-Edizioni Menabò.

Davey, Norman. 1965. *Storia del materiale da costruzione.* Milano: il Saggiatore.

Donati, Paolo. 1990. *Legno pietra e terra - l'arte di costruire.* Firenze: Giunti.

Forlani, Maria Cristina. 1983. *Tecnologie locali e costruzione della casa in Abruzzo.* Pescara.

Forlani, Maria Cristina. 1995. *Tipologie strutturali e tecnologie appropriate per la costruzione di attrezzature per la balneazione.* Pescara: DiTAC.

Forlani, Maria Cristina. 1997. *Artifici e natura: ipotesi di attrezzature per la balneazione sulla costa teatina.* Pescara: DiTAC.

Forlani, Maria Cristina. 1999. Argomenti per una possibile reintroduzione del crudo nella produzione edilizia. En Gianfranco Conti; *et al. Terra cruda - insediamenti in provincia di Chieti.* Penne (Pe): Cogecstre Edizioni.

Forlani, Maria Cristina, a cura di. 2001. *Costruzione e uso della terra.* Rimini: Maggioli Editore.

Forlani, Maria Cristina, 2004. Prodotti in terra cruda per uno sviluppo turistico sostenibile. En *Forum Unesco - Architectural heritage and sustainable development of small and medium cities in south mediterranean regions.* (Atti del convegno in corso di stampa. Firenze).

Forlani, Maria Cristina, 2004. Dai trabocchi alle attrezzature balneari sostenibili. En *Proceedings of the 8th World Conference on Timber Engineering 2004*, vol 3. Helsinki, Finland.

Galdieri, Eugenio. 1982. *Le meraviglie dell'architettura in terra cruda.* Roma-Bari: Laterza.

Gandolfi, A. et alii. 1986. Viaggio nel vissuto delle case di terra: un percorso di memorie. En *Le case di terra nel territorio abruzzese.* Museo delle genti d'Abruzzo, Quaderno n. 12. Pescara: arti grafiche Garibaldi.

Gangemi, Virginia. 1985. *Architettura e tecnologia appropriata.* Milano: Franco Angeli Editore.

Guidoni, Enrico. 1975. *Architettura primitiva.* Milano: Electa Editrice.

Houben, Hugo; H. Guillaud. 1989. *Traité de cosnstruction en terre.* Marseille: Editions Parenthéses.

Lloyd, Seton. 1966. Costruzioni in mattoni e in pietra. En Singer, Charles *et al*, a cura di. *Storia della tecnologia.* Vol. 1. Torino: Editore Boringhieri.

Micati, Edoardo. 1983. *La capanna a tholos della Majella.* Pescara.

Micati, Edoardo. 2001. *Pietre d'Abruzzo: guida alle capanne e ai complessi pastorali in pietra a secco.* Pescara: Carsa edizioni.

Norberg Schultz, Christian. 1979. *Genius loci - Paesaggio Ambiente Architettura.* Milano: Gruppo editoriale Electa.

Ortolani, Mario. 1961. *La casa rurale negli Abruzzi.* Firenze: Leo S. Olschki Editore.

Petruzzelli, Raffaella. 2004. *Case di terra: codici di pratica per il recupero in Abruzzo.* Regione Abruzzo (in corso di stampa).

Plinius Secundus Gaius. *Naturalis Historia.* (Gaio Plinio Secondo, *Storia Naturale*, Torino Einaudi, 1982–1988, edizione a cura di G. B. e G. Ranucci).

Radogna, Donatella. 2004. Livelli di conoscenza per il re-

cupero e la manutenzione dei trabocchi. En *Proceedings of the 8th World Conference on Timber Engineering 2004*, vol 3. Helsinki, Finland.

Rudofsky, Bernard. 1977. *Architettura senza architetti.* Napoli: editoriale scientifica.

Vitruvio. *De Architectura.* (Edizione a cura di P. Gros, traduzione di A. Corso e E. Romano, Torino: Einaudi Editore, 1977).

La bóveda plana de la sacristía del monasterio de San Lorenzo de Trasouto

Manuel J. Freire Tellado

El Monasterio de San Lorenzo de Trasouto —hoy conocido como Pazo de San Lorenzo— es una de las muchas fábricas de origen monástico que existen en Santiago de Compostela. Situado fuera del recinto amurallado de la ciudad, su origen se remonta a 1.216, experimentando importantes ampliaciones en los siglos XV y, especialmente, principios del XVIII —época de construcción de la sacristía—. En el siglo XIX, tras la desamortización de Mendizábal, fue adaptado para su uso como pazo, manteniendo en la actualidad la titularidad privada con un estado de conservación mejorable. Desde 1.979 es considerado monumento nacional.

En 1.216, el obispo de Zamora D. Martín Arias fundó un pequeño eremitorio en el lugar que hoy ocupa el Monasterio, siendo la Bula de Fundación otorgada por el rey Alfonso IX. En el siglo XIV (XV según otras fuentes) pasó a ser propiedad y patronato de los condes de Altamira, cediendo el usufructo del monasterio a los franciscanos. Éstos, tras varias concesiones del primer conde de Altamira, lo amplían en los años siguientes a 1.392 y a lo largo del siglo XV. Es, en esta etapa, un Monasterio de la suficiente importancia como para que el emperador Carlos V se retire a él durante la Semana Santa de 1.520.

A finales del XVII-principios del XVIII se realiza una remodelación de la iglesia, claustro y dependencias anejas. Así, y de acuerdo con Folgar de la Calle (1999) —que a su vez cita como fuente al P. Atanasio López—, entre 1735 y 1740 Frei Manuel de la Peña construyó la sacristía de la iglesia del monasterio, antes de pasar a trabajar en la iglesia de San Francisco de la misma ciudad. Y ello pese a que unos años antes (1733) fue denegada una solicitud de fondos presentada ante el Cabildo de la Catedral de Santiago.

Tras la desamortización de Mendizábal, el Estado se incautó del edificio, pero el Conde de Altamira le disputó la propiedad, propiedad qyue le reconoció la Justicia. El litigio llevó al abandono y ruina del edificio, si bien sirvió de inspiración a la poetisa gallega Rosalía de Castro. A la muerte del conde se hace cargo del edificio su hija, la duquesa de Medina de las Torres, quien lo restauraría y adaptaría siguiendo la estética de pazo gallego.

El edificio

El edificio (fig. 1) se estructura en torno al antiguo claustro, ocupando el lado sur la iglesia y el acceso, mientras que en los tres laterales restantes se ubican las dependencias domésticas. Está situado en un desnivel, de tal forma que en los tres laterales domésticos del conjunto existe una planta por debajo del nivel de acceso, rodeada de finca y jardines. Sólo el lateral de la iglesia y de acceso da frente a espacio público, mostrando una apariencia continua que no permite vislumbrar la separación que existe entre el cuerpo de iglesia y el de residencial: los laterales este y oeste disfrutan de una planta más por encima del nivel de acceso, pero el lateral oeste se separa de la

iglesia para permitir la entrada del luz por el óculo del coro de ésta.

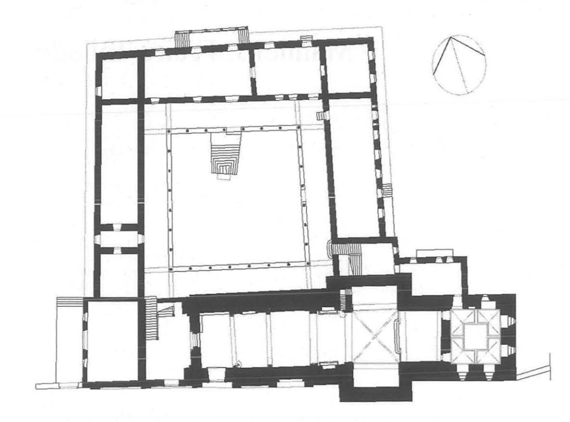


Figura 1
Planta General del Monasterio de San Lorenzo de Trasouto (sobre la base de RyTA 2002).

La fachada lateral, en la que se enclava el acceso, se resuelve con un sistema de arcos aligerantes embutidos en el muro, afortunada solución que, a partir de las fachadas laterales románicas de la Catedral de Santiago de Compostela,[1] se difundió por las iglesias románicas de Galicia, como, por ejemplo, San Juan de Portomarín, San Estevo de Ribas do Miño, Santa María de Xunqueira de Ambía o la propia Colegiata del Sar en el mismo Santiago de Compostela. Desde un punto de vista mecánico, esta solución contribuye a aumentar la eficacia de la construcción, al incrementar la carga vertical que actúa sobre los estribos correspondientes a los arcos fajones, hecho que facilita el centrado de carga total y reduce por tanto el efecto del empuje transmitido por los arcos fajones que soportan la bóveda,

La iglesia (fig. 2) se ordena según una cruz latina con nave única de cuatro tramos, breve crucero —que pasa bastante desapercibido al exterior— y cabecera cuadrangular. Nave, crucero y cabecera se cubren con bóveda de cañón reforzada con arcos fajones, solucionándose el encuentro de ambas bóvedas con una bóveda de arista. Adyacente al presbiterio y en prolongación con él, se encuentra la Sacristía (fig. 3) cubierta con la bóveda que nos ocupa. Sobre ella existe una estancia doméstica, formando un cuerpo que prolonga la cabecera, pero a menor altura que ésta.

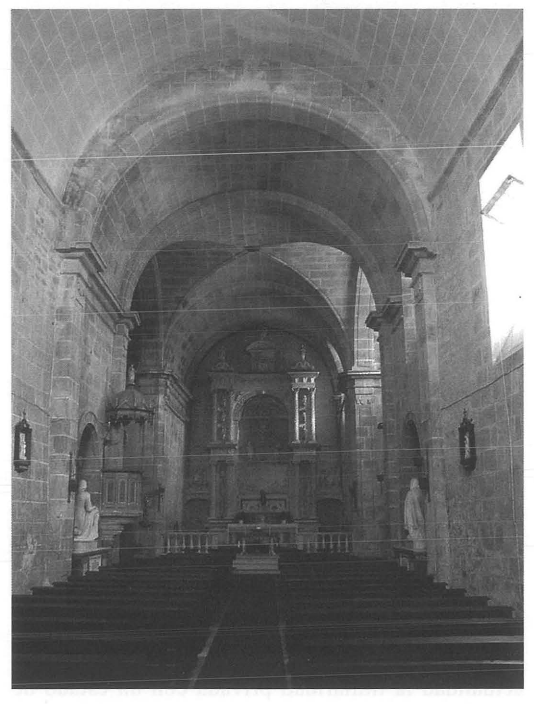


Figura 2
Iglesia del Monasterio de San Lorenzo de Trasouto. Vista del interior.

Las sucesivas actuaciones resultan claramente visibles en la fábrica. En la iglesia se modifica el nivel de arranque de la bóveda de cañón y se cambia el apoyo de los arcos fajones que subdividen la bóveda: la bóveda románica arranca a mayor altura y se refuerza con arcos fajones sobre columnas cilíndricas —de acuerdo con el modelo de la Catedral—, mientras que en la ampliación barroco-clasicista la bóveda parte de un nivel más bajo y los fajones descansan sobre pilastras. Pese a su menor altura interior, la actuación barroca se muestra exteriormente ligeramente más alta. La falta de acuerdo en los niveles de arranque de la bóveda podría ser debida a que la ampliación barroca comenzó por la cabecera (hacia 1722), ejecutándose el crucero, la torre y el cuarto

tramo de la nave —adyacente a las fábricas románicas— con posterioridad a la ejecución de la sacristía.

Además, y de acuerdo con el levantamiento del RyTA, en la obra barroca se pierde la correspondencia entre los arcos fajones y los machones exteriores del muro. Se modifican también las soluciones de aparejo y se crea (hacia 1760) un acceso directo a la iglesia desde el exterior.

Si bien la bóveda está ejecutada de una sola vez, se nota en la propia sacristía la ejecución en diferentes momentos, reflejados en las distintas soluciones utilizadas en la ejecución de los huecos existentes en los muros —resueltos con dinteles o con arcos con niveles de arranque y aparejos diferentes—.

La Sacristía

La Sacristía es un espacio cuadrangular de unos 7,40 m de lado. Está cubierta con un bóveda singular, que parece obtenida a partir de 4 bóvedas por arista iguales resultado de la división en 4 partes iguales de la planta. El cuadrado central de la bóveda -que engloba un cuarto de cada una de las bóvedas de arista base- está ocupado por una bóveda plana: aprovechando que la altura de clave de las bóvedas de arista es en todo caso la misma y constante sobre los cañones que interseca, se sustituye el cuarto central de

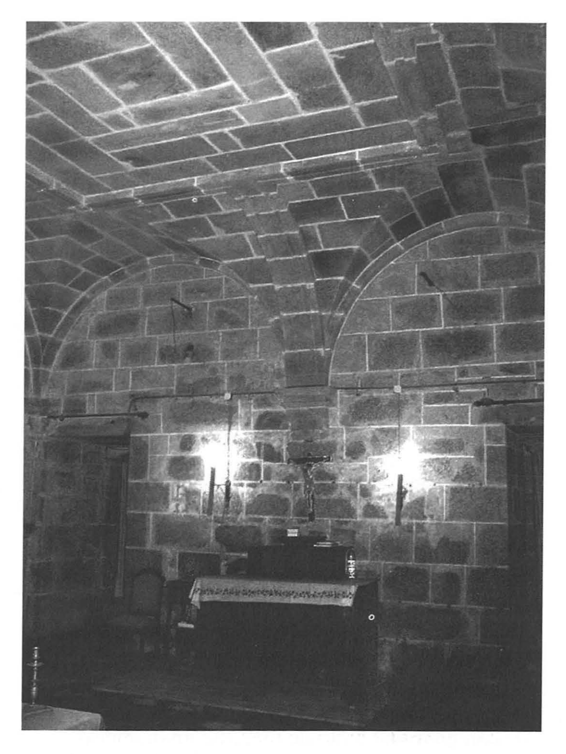


Figura 3
Sacristía del Monasterio de San Lorenzo de Trasouto. Vista del interior.

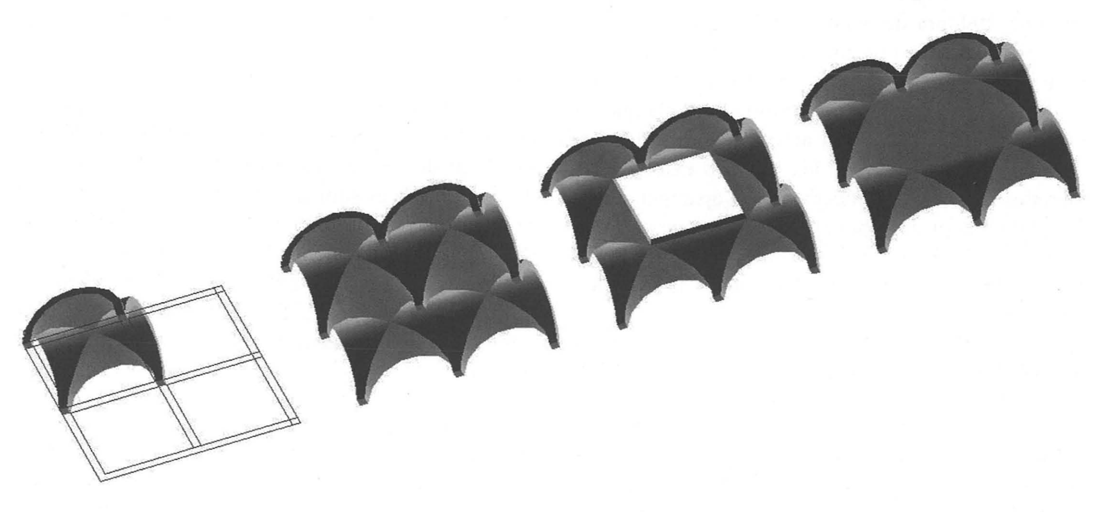


Figura 4
Generación de la bóveda de la Sacristía.

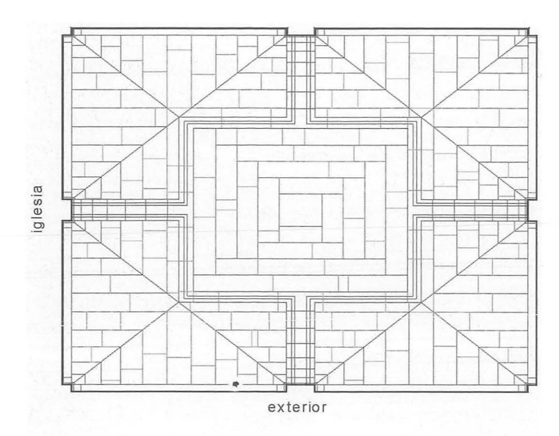


Figura 5
Planta (reflejada) de la bóveda de la Sacristía.

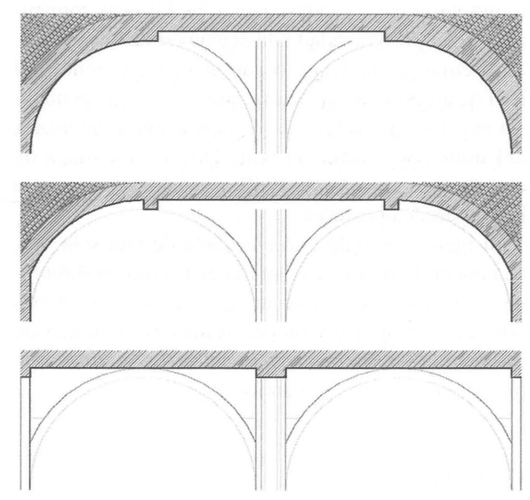


Figura 6
Secciones de la bóveda de la Sacristía.

cada bóveda todas por un tramo plano (fig. 4). Resulta así una bóveda con una zona central sensiblemente plana de forma cuadrada y con unas dimensiones de 3,70x3,70 m, cuya sección transversal consiste en dos cuartos de circunferencia de igual radio enlazados con un tramo recto de longitud un diámetro.

Entre cada par de las cuatro bóvedas de arista de partida se dispone un arco fajón, de 44 cm de ancho y 14 cm de resalto, que arranca de una breve ménsula embutida en el muro. Los cuatro arcos fajones se interrumpen al llegar a la bóveda plana, rodeándola con una moldura de ancho la mitad del correspondiente los arcos y con un resalto igual al de éstos. Perpendicularmente, los 14 cm de resalto los ocupa el arco formero (fig. 5 y 6). Bajo la ménsula que soporta el arranque de cada arco fajón se ubica una hornacina en cada uno de los laterales exteriores, si bien dos de ellas fueron cegadas. Se aparejan con un dintel de una pieza sobre el que se dispone una hilada que se despieza como un arco plano, minimizándose de esta forma las posibles roturas de los dinteles.

Los sillares de esta bóveda son, en general, de gran dimensión —la pieza de clave mide unos 66x66 cm en planta— si bien existen algunos realmente pequeños. La bóveda se apareja por hiladas paralelas a los lados que, en interpretación de este autor, siguen un trazado en espiral. En otras bóvedas planas presentes en la ciudad, como las del acceso a la Capilla de la Comunión de la Catedral[2] y la de la escalera principal de la Universidad,[3] hoy Facultad de Geografía e Historia, se utiliza un despiece de hiladas paralelas a su lado mayor, si bien en ambos casos la planta de las bóvedas es marcadamente rectangular y de dimensiones mucho menores (Universidad: 3,40x8,00 m^2). La bóveda plana del coro del Monasterio de San Martín Pinario está configurada mediante una sucesión de arcos que apoyan en ambos lados de la nave y cuya directriz se corresponde con dos cuartos de círculo enlazados por un tramo recto. Una serie de resaltos transversales configuran su aspecto de casetones, casetones sobre los que apoyan las losas de piedra que cierran la bóveda. Si bien el perfil de esta bóveda es similar al que ofrecen las secciones próximas a ambos ejes de la bóveda de la sacristía, es de dimensiones muy superiores y su funcionamiento parece responder más a una sucesión de arcos planos que a un sistema espacial —así lo da a entender la cornisa quebrada que recoge la bóveda—. En estos tres casos, ya sea por concepción o por proporciones, las bóvedas tienen un comportamiento marcadamente plano mientras que en el caso que nos ocupa lo es espacial.

Volviendo a la bóveda de la sacristía, el despiece de las bóvedas por arista responde al aparejo canónico indicado por la tratadística, como por ejemplo la que re-

coge el Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira. En este caso se realiza una división en 15 partes aproximadamente iguales de la semicircunferencia, de tal forma que la octava división corresponde a las claves de los cañones —por lo que es ligeramente más ancha, compensando esta variación las contiguas—. Las zonas que rodean la bóveda plana se construyen empleando 7+1 de estas divisiones, siendo la octava la encargada de formar la clave de los cañones y dibujar el nervio perimetral que cierra la bóveda plana. Las piezas empleadas para la construcción de las bóvedas suelen ser grandes, con juntas a mitad de hilada.

Para la formación de los salmeres se utilizan piezas únicas en las que se labran los arranques de los arcos fajones, de los formeros y de la propia bóveda. Normalmente a partir de la tercera dovela el arco formero se ejecuta de forma independiente, con dovelas que no siguen el despiece de hiladas de la bóveda. Por contra el arco fajón se ejecuta en piezas de sección en T, cuyas alas forman parte de las bóvedas que refuerza (fig. 7).

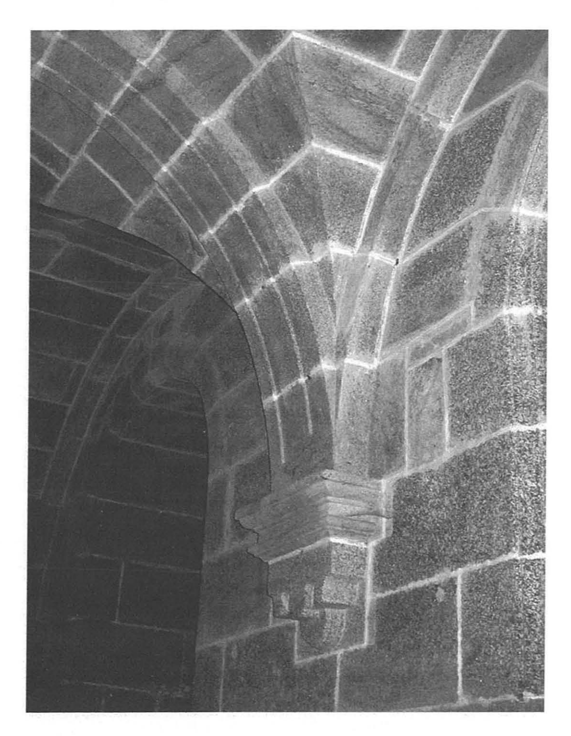


Figura 7
Arranque de la bóveda.

Por gentileza del Sr. Duque de Soma, se pudo acceder brevemente a la estancia situada sobre la bóveda. Ésta se encuentra sin acondicionar, siendo utilizada como trastero, y resultan visibles elementos como la estructura de la cubierta, el entablado de soporte de las tejas y la prolongación de la hilada de losas voladas visibles desde el exterior, y dos tragaluces y una ventana cegadas por el exterior. Se midieron las dimensiones de la sala y la profundidad de los huecos encontrándose que los tres muros exteriores reducían notablemente su espesor con respecto a la Sacristía: continuaba la parte de muro que cierra los arcos. Además, y dado que la estancia se encuentra sin solar, es visible el relleno superior de la bóveda, realizado con tierra compactada. Éste tiende a alcanzar una cota horizontal constante, que cota se fijó entre 16 y 20 cm por debajo del retallo visible en la parte inferior de los muros —que correspondería a la cota de pavimento—. De este relleno sobresalen los extradoses de algunas dovelas sueltas y lo que parecen ser unas hiladas que corresponden con los extradoses de las dovelas de clave. De esta forma superiormente se tiene la impresión de un enrejado de rigidización que coincide con los niveles de clave (fig. 8).

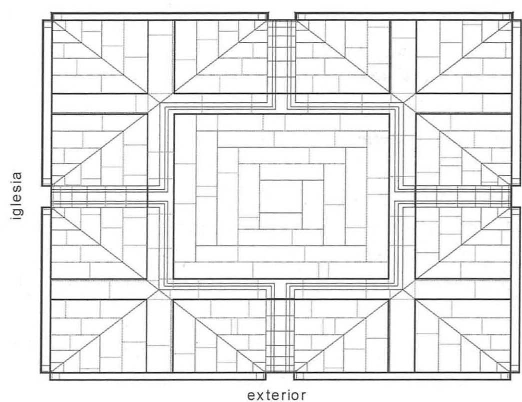


Figura 8
Planta del nivel superior de la bóveda

La titularidad privada del edificio impidió disponer de un levantamiento tan exhaustivo como se hubiese deseado. Sin embargo, muchas de las medidas

obtenidas resultaron redundantes, por cuanto fijadas algunas de ellas que resultan básicas, el resto se deriva de la necesaria construcción geométrica. En lo tocante al espesor de la bóveda —dentro de las dudas que pueda suscitar este concepto en bóvedas cuyas piezas tienen espesores variables— sólo se pudo proceder a una estimación aproximada, fijándose entre 26 y 36 cm, si bien se considera más probable el primero de estos valores.

Actualmente la capilla muestra, pese a los esfuerzos del personal de limpieza, evidentes síntomas de humedad, especialmente acusados durante el invierno. Se ha realizado también un rotundo rejuntado con mortero de cal, que, junto a la existencia de restos de mortero, dificultan la apreciación exacta de la realidad construida. Una dificultad añadida es la pobreza de la iluminación artificial de la sacristía es pobre, por lo que la inspección se vuelve muy dependiente de la luz natural.

Los muros situados bajo el perímetro de la bóveda responden sin duda a distintos momentos. Lo prueban indicios tales como la diferente forma en la que se apareja el arranque de los arcos fajones, que no respetan las hiladas de los muros, el diferente criterio de apertura de huecos aplicado en los muros —soluciones adinteladas hacia la nave de la iglesia y en el acceso, soluciones arqueadas las cinco restantes, todas de medio punto, pero una de ellas con mayor luz, diferente nivel de arranque y ventana desplazada del eje del arco. En este caso, el arco que se abre en el muro hacia el claustro, el arranque se produce una hilada más abajo que el de las bóvedas —en los cuatro restantes se peraltan una hilada hacia arriba con respecto al arranque de las bóvedas—, y la ventana se desplaza hacia el lateral del arco, comenzando el derrame de ésta a continuación del telar del arco, mientras que en resto la ventana se abre en el eje del arco.

Parece existir además una diferencia en el despiece de las dovelas de los arcos: el primero de los arcos señalados muestra un despiece radial de dovelas, con un único plano de junta, y sin engarce con el resto del muro; mientras que los otros arcos se despiezan con juntas quebradas, enlazadas con el resto del muro (fi. 9), solución sin duda derivada de aquellas propuestas encaminadas a corregir problemas de deslizamiento de las dovelas especialmente durante la acción sísmica (Cejka, 1978) . De ellos sólo uno tiene una clave de acuerdo con los tratados del momento, en tau, mientras que en el resto se ejecuta una extraña solución que lleva a separar en dos roscas y tras piezas las dovelas. Esta interpretación está sujeta a comprobación pues los pegotes de mortero existentes y el rejuntado realizado podrían obligar a realizar matizaciones.

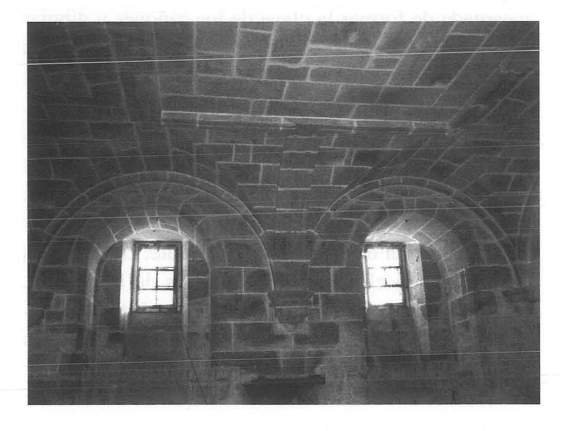


Figura 9
Vista interior mostrando el dovelaje de los arcos que conforman los huecos

También están ejecutados de diferente forma los dinteles de las 4 ventanas que se abren en los arcos de aligeramiento perimetrales. Se trata de la solución al problema del acuerdo entre un arco interior y un dintel exterior horizontal situado a la cota de clave. En las dos ventanas situadas en el lateral este el problema se resuelve con un dintel de forma triangular, que descuelga en pico, separando nítidamente ambos planos; mientras que en las dos del lateral sur se labra la pieza de dintel para conseguir el acuerdo mediante una superficie reglada. En el contacto entre el muro que cierra el arco de aligeramiento y la conformación del hueco existen un buen número de hiladas cuyos niveles no se mantienen —especialmente las inferiores y las superiores—. La continuidad vertical de la junta parece hablar de la inexistencia de traba, tratándose por tanto de hojas contiguas sin conexión aparente. Además, en el lateral este, las hiladas de la parte inferior muestran alturas muy variables frente a la regularidad que se aprecia en el resto de la fábrica.

Si la bóveda descrita tiene una notable complicación de concepción y despiece, su proceso de cons-

trucción, regularizando un espacio con muros parcialmente construidos en momentos distintos, añade una dificultad más. Estas dificultades se hacen patentes en las cuatro claves de las bóvedas por arista, en las que se producen los pequeños ajustes necesarios en el despiece.

COMPORTAMIENTO MECÁNICO

Fisuración apreciada en la bóveda

En la situación actual, con un poco de atención se pueden percibir una serie de fisuras que se marcan en la bóveda y que aportan un poco de luz a la forma de trabajo de ésta. En la parte plana de la bóveda las grietas resiguen las juntas de la clave, a partir de la cual se abren según las diagonales del cuadrado hasta llegar hasta la corona de bóvedas por arista, coincidiendo con las zonas en las que se debería garantizar el enlace de la fábrica entre las direcciones paralelas a los lados.

Tres de las cuatro grietas diagonales anteriores continúan en una grieta de clave de uno de los cañones de la bóveda por arista —naturalmente, aquel con menor rigidez transversal— y en todos los casos se dibuja en la cara de la clave correspondiente al rincón (fig. 10).

En el caso de la esquina nordeste la grieta diagonal se bifurca recorriendo los senos de la bóveda en dirección al arranque de los arcos fajones. Paralela a esta grieta principal aparece una segunda de menor entidad. La inspección exterior de esta esquina muestra grietas que responden al giro de la esquina hacia el exterior. Por esta razón se considera que este patrón de agrietamiento no es indicativo del comportamiento mecánico normal de la bóveda, sino que es debido a problemas relacionados con la cimentación. En todos los casos, se trata de grietas de muy escaso espesor que resiguen las juntas, sin afectar a las piezas.

En el lateral este se ha detectado agrietamiento a nivel de la hilada del dintel de la hornacina. Estas grietas ascienden por el telar del arco y, en uno de los huecos, resiguen el encuentro del arco con el muro. Quizás el cegado de las hornacinas fuese consecuencia de a este problema.

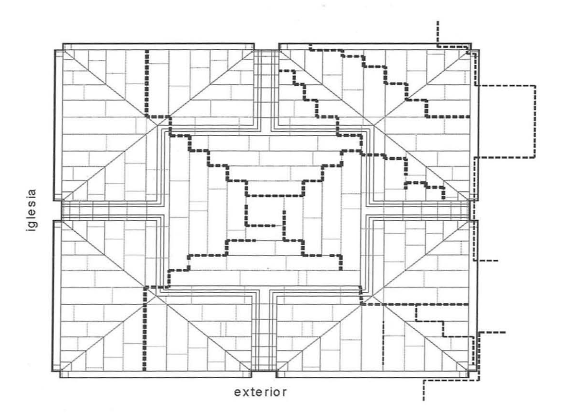


Figura 10
Planta de grietas (reflejada) de la bóveda

Estudios ante la carga de peso propio

La sección transversal de la bóveda —dos cuartos de circunferencia de igual radio enlazados con una recta de longitud un diámetro— recuerda el trazado de la catenaria modificada correspondiente a un espesor de relleno despreciable.[4] Pese a que ésta no refleja el estado de cargas de la bóveda, se decidió representar esta ecuación adaptada a los parámetros del caso como curiosidad. En lo tocante a la luz, se optó por tomar la luz real incrementada en el espesor de la bóveda. La altura total, suma del relleno más el peralte, se fijó en 185+26=211. Como espesor del relleno y peralte se realizaron tres supuestos:

Tabla 1
Parámetros empleados

Caso	Relleno (cm)	Peralte (cm)
I	1	185+25=210
II	13	185+13=198
III	26	185

supuestos que tratan de promediar el relleno de la bóveda. El caso III considera el espesor total de la bóveda como relleno, lo que conllevaría un relleno de excesivo (48 cm) en la entrega de la bóveda plana-, mientras que el Caso II conlleva espesores de 13 y 32 cm en centro y borde de la bóveda. El gráfico (fig. 11) refleja que el trazado es muy sensible al espesor del relleno considerado.

Las curvas resultantes se insertan dentro del perfil del elemento salvo el tercer caso, si bien no se puede olvidar la muy relativa validez del análisis por la discrepancia entre las cargas y las hipótesis de la ecuación —la bóveda de arista las disminuye hacia el apoyo y la bidireccionalidad del conjunto también las modifica en la zona central—, a lo que se suma que relleno y bóveda están construidos con materiales con distintos pesos específicos. Tiene el interés de señalar la clave y los riñones —hacia los 50— medidos desde la base— como puntos críticos.

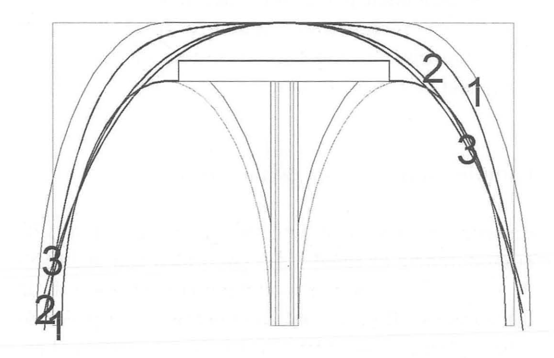
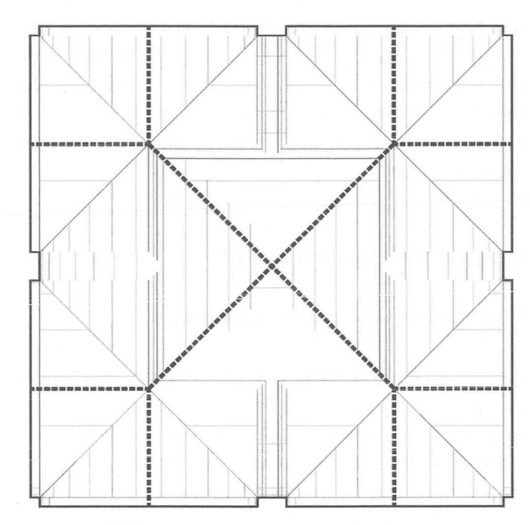


Figura 11
Sección de bóveda y diversas catenarias modificadas

El análisis que se propone se encuadra dentro de la Teoría de Cálculo Plástico de Estructuras de Fábrica. Ésta, desarrollada fundamentalmente por Heyman ([1966] 1995), se basa idealizar el material como rígido unilateral con resistencia a tracción nula —e infinita a compresión— y suponer que el fallo por deslizamiento es imposible. En estas condiciones, si es posible encontrar una situación de equilibrio de esfuerzos compatible con las cargas exteriores, la estructura no colapsará; teorema que particularizado a las hipótesis anteriores se enuncia diciendo que la estructura no colapsará si es posible dibujar una línea de empujes dentro de la fábrica.

Los postulados del cálculo plástico y el patrón de grietas reflejado permiten suponer la zona plana central de la bóveda dividida diagonalmente en cuatro gajos triangulares iguales, apoyados por el vértice dos a dos, formando arcos transversales virtuales que se prolongan con los arcos fajones y los cuartos de bóveda adyacentes (fig. 12). De esta forma la estabi-


Figura 12
División en gajos de la bóveda para su análisis

lidad de estos arcos garantizarán la estabilidad de la construcción. Por razones de simetría, el empuje en la clave de cada uno de estos arcos debe ser horizontal, centrándose el problema determinar este empuje.

Una aproximación para el análisis del tramo plano central la facilita el estudio del hilo flexible e inextensible sometido a una carga triangular. A partir de la Ecuación General de Equilibrio del cable, se obtiene la curva de equilibrio, que corresponde a una parábola cúbica de la forma

$$y = \frac{48.e}{\gamma_g \cdot l^3_{\ p}} x^3$$

donde

- e espesor de la bóveda (0,26 m en este caso)
- x distancia desde el centro hasta el punto considerado
- l_p luz de la zona plana (3,70 m en este caso)
- γ_g coeficiente geométrico de seguridad deseado (Heyman [1969] 1995, 98 y ss)
- ρ peso específico de la bóveda (para una sillería de granito, $\rho = 2,80$ t/m^3)

siendo las componentes de la tracción en el cable —compresión en el arco— las siguientes

$$H_o = \frac{1}{24}\gamma_g \cdot \rho \cdot l^3_p \qquad \text{y} \qquad V(x) = \rho \cdot e \cdot x^2$$

con los significados anteriores. De la primera expresión se deduce que el empuje horizontal constante que produce la bóveda ante el peso propio es independiente del espesor de ésta.

En este análisis se ha introducido el concepto de coeficiente geométrico de seguridad, de valor 1 cuando la línea de presiones obtenida pasa por los planos superior, correspondiendo el valor de 3 a la línea de presiones contenida en el tercio central. Los números clarifican la situación

Tabla 2
Valores del empuje

γ_g	H_o (t)	h_o(t/m)
1	5,91	1,60
2	11,82	3,19
2,5	14,77	3,99
3	17,73	4,79

Con las dimensiones de clave estimadas anteriormente resulta una tensión en ambas direcciones de 10,33 kp/cm^2 para la situación más desfavorable. En lo tocante a la componente vertical alcanzaría las 2, 50 t en cada uno de los bordes.

La inclinación de la resultante de la bóveda se expresa como $tg\ \alpha = \dfrac{6.e}{\gamma_g \cdot l_p}$

valor que en este caso alcanza los 12° para un coeficiente geométrico de seguridad de 2.

El estudio de la condición de no deslizamiento de las dovelas es muy ilustrativo. Dado que las juntas se suponen verticales —y no perpendiculares a la línea de presione— existe una componente vertical que ha de equilibrar el rozamiento, de tal forma que $\mu.H_0 \geqslant V(x)$. Si se toma 0;6 como coeficiente de rozamiento entre las dovelas —valor usual—, para un coeficiente de 1 el espesor máximo de bóveda que verifica esta condición es de 37 cm —compárese con las estimaciones de espesor realizadas—.

Heyman ([1966] 1995, 26 y ss) señaló que, de acuerdo con la teoría de membrana, el empuje en la clave para un tramo de una bóveda de arista cuadrada es

$$N_o = -2 \cdot \omega \cdot a^2$$

siendo

a radio de los cañones de la bóveda
$\omega = \rho \cdot e$ peso de la bóveda por unidad de superficie

Rescribiendo el empuje deducido de la formulación del cable flexible e inextensible, se obtiene

$$H_o = \frac{\gamma_g}{3}\frac{a}{e}\ \omega \cdot a^2$$

Lo que significa multiplicar el valor anterior por un factor relacionado con la esbeltez de la bóveda. En este caso, y admitiendo un coeficiente de seguridad geométrica de 2, el empuje es 2,37 veces el correspondiente a la bóveda de arista.

El análisis global de estabilidad se plantea a partir de un sistema de bloques rígidos. Siguiendo a Heyman ([1966] 1995, 26 y ss), como primera aproximación se idealiza la bóveda por su directriz y se identifican como cargas el empuje anteriormente calculado y los pesos de los tramos plano y de arista de la bóveda, aplicados en sus correspondientes centros de gravedad. Seguidamente se añade a éstas el peso del relleno hasta la cota horizontal ($V = 0{,}1917 \cdot a^3$) aplicado en su cdg ($0{,}2856 \cdot a$) y supuesto con un peso específico del 50% del correspondiente a la bóveda (fig. 13). Si bien tanto el valor del empuje actuante como su posición dependerán del coeficiente geométrico considerado, en una primera aproximación éste se supone siempre aplicado en la directriz.

La reacciones horizontal y vertical están determinadas, restando por determinar su punto de paso. Heyman ([1966] 1995, 26) analiza una bóveda gótica, estudiando el punto de aplicación del empuje para explicar el trazado de los arbotantes —idealizando la bóveda como una bóveda de arista en situación de membrana, fija este punto en $h = 0{,}466.a$—. Este tipo de análisis —con el eje de giro en el arranque de la bóveda— llevaría a valores superiores al señalado

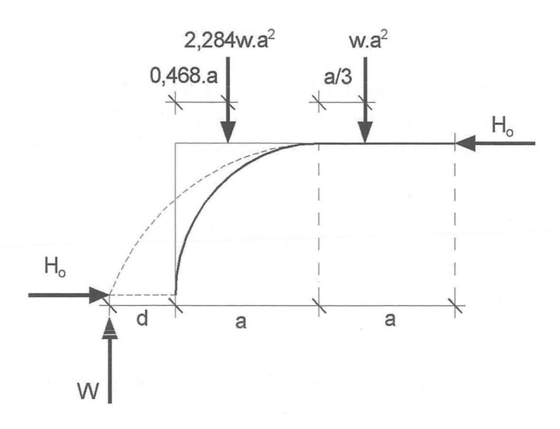


Figura 13
Equilibrio general de un gajo

(para coeficientes geométricos en el tramo plano de 2,00; 2,50 y 3,00 los valores resultantes serían 0,486 a; 0,589 a y 0,657 a). Los resultados aclaran que el relleno resulta imprescindible por su colaboración estructural de soporte físico a la línea de presiones más que por se contribución a la estabilidad general.

Sin embargo, en este caso no se cuenta con ningún arbotante que se encargue del empuje, por lo que se estudia el punto de paso de la resultante. Llamando *d* a la distancia horizontal entre éste y el arranque de la bóveda, y despreciando en primera aproximación la carga vertical que gravita sobre *d* —justificado en parte por la reducción del espesor de los muros en la planta superior—, para coeficientes geométricos en el tramo plano de 2,00; 2,50 y 3,00 la resultante pasaría a 0,61; 0,94 y 1,27 m. El tramo interno del muro tiene 1,05 m de espesor, lo que lleva a un coeficiente entorno a 2,00 con este análisis.

Tema interesante es la magnitud del peso propio de la bóveda. De acuerdo con la formulación y datos anteriores, el peso transmitido es del orden de 11,456 t —compárese con el valor del empuje horizontal estimado—. Para un coeficiente geométrico de 2, ambos valores son muy parecidos, lo que señala que la resultante de las cargas se aproxima a lo 45°. Se pone de manifiesto el problema de esta solución, el centrado de la carga, que explica los gruesos muros de la planta baja y el interés de elevarlos una planta más —aunque con un espesor mucho más reducido—. Pero el verdadero problema es la *ubicación* de este empuje, por cuanto se sitúa en el centro del paño, lo que impide contar con la colaboración de los muros perpendiculares. Si la planta de la edificación se hubiese resuelto con muros que naciesen del centro de los lados de la Sacristía, se podría haber reducido notablemente el espesor de los muros, pero el método de proyecto, acostumbrado a empujes concentrados en las esquinas, no dio una respuesta adecuada.

Una comparación con la bóveda de arista de la iglesia arroja luz sobre este particular. Está formada por la intersección de dos cañones aproximadamente de igual luz que la bóveda de la sacristía. De acuerdo con la formulación simplificada de Heyman citada anteriormente considerando un empuje en clave constante y suponiendo los mismos datos anteriores, el empuje total de la bóveda alcanzaría el valor de $N_o = 19{,}93t$, que incluso suponiendo un empuje en clave variable (Heyman [1995] 1999, cap. 4, pp 70) llevaría a $N_o = -1{,}35 \cdot \omega \cdot a^2 = 13{,}45t$, valor superior —o al menos, similar— al estimado para la bóveda de la sacristía, pero aplicado en la esquina. Este situación permite que el empuje en cada dirección pueda ser encauzado sobre el muro transversal-muros de los hombros, de las naves y de la cabecera.

Obviamente el cálculo anterior es una aproximación simplificada a una posible situación de la bóveda real —se ha prescindido totalmente de la colaboración del arco fajón, se ha despreciado el espesor de la bóveda en la aplicación del empuje . . . pero aclara los requisitos mecánicos de la bóveda.

Agradecimientos

Al Duque de Soma, D. José María Ruiz de Bucesca y Osorio de Moscoso, propietario actual de S. Lorenzo, quien amablemente permitió sucesivas visitas. A D. José Antonio Franco Taboada, director del RyTA, que atentamente facilitó el levantamiento general del Monasterio de San Lorenzo.

Notas

1. Esta configuración no resulta visible en la actualidad como consecuencia de las adiciones y alteraciones que se produjeron a lo largo de la historia en la Catedral. La reconstrucción gráfica de la situación románica estas fachadas se debe a los trabajos de Conant ([1926], 1983)
2. De acuerdo con Franco Taboada y Tarrio Carrodeguas (1999), la capilla fue comenzada en 1.765 Domingo

Lois de Monteagudo y continuada desde 1.770 hasta su remate en 1.778 por Miguel Ferro Caaveiro
3. Miguel Ferro Caaveiro, 1774.
4. La obtención de la ecuación de la catenaria modificada corresponde a Inglis (1951). Su representación gráfica está contenida en Huerta (2003), y su formulación fue tomada para este trabajo de Heyman, J. ([1969] 1995, pp 95–96).

LISTA DE REFERENCIAS

Cejka, Jan. 1978. *Tonnengewölbe und Bogen islamischer Architektur. Wolbungstechnik und Form*. Dissertation: München. Techn. Univ. Fachbereich Architektur, 1978.(Tomado de Huerta Informe sobre la estabilidad de la iglesia de Guimarei).

Conant, Kenneth John [1926] 1983. *The Early Architectural History of the Cathedral of Santiago de Compostela* Harvard University Press, Cambridge, Mass. Reeditado y revisado por Serafín Moralejo Álvarez. Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia, Santiago de Compostela, 1983.

Folgar de la Calle, Mª del Carmen. 1999. Los Conventos en *Ciudades. Santiago de Compostela*. Editado por J. M García Iglesias. Santiago de Compostela: Colección Patrimonio Histórico Gallego.

Franco Taboada, J.A y S.B Tarrio Carrodeguas (dirs). 1.999. *Las Catedrales de Galicia. Descripción gráfica.* Departamento de Representación y Teoría Arquitectónicas (RyTA). Universidad de A Coruña- Xunta de Galicia. Xunta de Galicia.

Franco Taboada, J.A. Tarrio Carrodeguas, S.B., directores. 2002. *Monasterios y Conventos de Galicia. Descripción gráfica de los declarados monumentos.* Departamento de Representación y Teoría Arquitectónicas (RyTA). Universidad de A Coruña- Xunta de Galicia. Xunta de Galicia.

Heyman, J. [1966] 1995. The Stone Skeleton. *International Journal of Solids and Structures* 2, pp. 249–79, 1.966. Versión española contenida en *Teoría, historia y Restauración de Estructuras de Fábrica.* Editado por S. Huerta. Madrid: CEHOPU-Instituto Juan de Herrera-CEDEX, 1995.

Heyman, J. [1969] 1995. The Safety of Masonry Arches. *International Journal of Mechanical Sciences 11*, pp. 363–385, 1.969. Versión española contenida en *Teoría, historia y Restauración de Estructuras de Fábrica.* Editado por S. Huerta. Madrid: CEHOPU-Instituto Juan de Herrera-CEDEX, 1.995.

Heyman, J. [1966] 1995. *The Stone Skeleton.* Cambridge University Press, 1995. Versión española *El esqueleto de Piedra.* Revisado y prologado por S. Huerta. Madrid: CEHOPU-Instituto Juan de Herrera-CEDEX, 1.999.

Huerta, Santiago. 2003. El cálculo de estructuras en la obra de Gaudí. *Ingeniería Civil*, 130: 121–133.

Inglis, Charles. 1951. *Applied Mechanics for Engineers.* Cambridge University Press. Cambridge, 1951.

Un contrato de obras del siglo XV. Introducción del Renacimiento en la arquitectura civil

Manuel Galarza Tortajada

Los contratos de obras, aunque escuetos en muchos casos, no dejan de ser una fuente inapreciable para conocer, no solo las herramientas, las proporciones en las mezclas de morteros, las formas y acabados superficiales, la procedencia de los materiales, etc. sino también las técnicas constructivas utilizadas en el momento de la ejecución de la obra, y los nombres específicos que se les asignaba. Pero además, si logramos enmarcar la obra descrita en el contrato dentro del contexto de la época a la cual hace referencia, relacionándola con otras producciones del momento, nos abrirá amplias perspectivas para comprender y deducir las influencias recibidas y las innovaciones introducidas en las artes y tecnologías utilizadas. Si, finalmente, tenemos la suerte de encontrar el edificio de referencia e intervenir —restaurándolo— sobre él, la mera literatura del contrato y el lenguaje críptico que se nos antoja en una primera lectura se ve confirmado por la realidad palpable. Esto es lo que he tenido la dicha de poder comprobar en más de una ocasión, lo que me ha permitido poder comprender, para volver a explicar, técnicas constructivas caídas ya en desuso.

No es este el caso del contrato que ahora presento, puesto que no he visto refrendada la construcción descrita con el análisis de la obra real, pero sí que el continuo manejo de contratos de la época, el conocimiento de la lengua original y la posibilidad de poder enmarcar el edificio referenciado dentro de un conjunto de viviendas más o menos estandarizadas en la época, me ha permitido interpretar expresiones clarificadoras de los conceptos expresados e intuir y asignar influencias estilísticas, que luego he visto refrendadas por posteriores descubrimientos.[1] (Galarza 1992)

El contrato

El contrato, que reproduzco en el apéndice, no es más que la descripción escueta de unas obras de reforma que se van a realizar sobre una vivienda existente. No se trata de una obra de importancia, pero sí aporta una serie de detalles destacables para la época en que se producen: podemos adivinar, por comparación con otras conocidas, la distribución de la vivienda; podemos confirmar documentalmente conceptos edilicios hasta ahora intuidos a través de fuentes gráficas posteriores; pero sobre todo, podemos adelantar la incidencia de ciertas influencias estilísticas foráneas novedosas, hasta el punto que es necesario inventar un vocablo, cuya actual interpretación generalizada me permito cuestionar.

Datos interesantes a considerar, antes de interpretar las cláusulas y conceptos del contrato, son dos: *el lugar* en que se produce y *el mandatario* del encargo. Dejo de lado en este caso al ejecutor de la obra, al maestro Domingo Fort, dados los mínimos datos biográficos hasta ahora conocidos, lo cual nos impide calibrar el grado de importancia del mismo.[2]

El lugar

Nos encontramos en la ciudad de Valencia, en una fecha harto significativa, cual es el año 1486 y con un mandatario, el dueño de la casa que se reforma, que es presbítero y beneficiado de la Catedral de Valencia, mosén Miguel Spital. Si enmarcamos la ciudad dentro del contexto económico, político, cultural y religioso del momento, podremos comprender las influencias recibidas y las circunstancias que condicionan las decisiones tomadas. Económicamente, siguiendo el criterio ya enunciado por el profesor Joan Reglá (Reglá 1975) hace algunos años y seguido luego generalmente por los historiadores, «a mediados del siglo XV, Valencia destaca, primero dentro de la Corona de Aragón y, luego, dentro de la monarquía hispánica de los Reyes Católicos, como gran potencia financiera». La crisis económica en la Europa de la Baja Edad Media afecta de forma diferente a los estados de la Corona de Aragón; a finales del siglo XIII y primera mitad del XIV la hegemonía la lidera Cataluña; pasa luego, hasta principios del siglo XV, a Aragón; pero a mediados del siglo XV Valencia se convierte «en un punto de proyección de Castilla hacia el Mediterráneo», y, como consecuencia de la Guerra Civil del Principado, en la década 1462–1472, en refugio de los capitales que huyen de las inseguridades políticas. La hegemonía económica de Valencia se apoya en un hecho evidente: la existencia de «una mano de obra tan dócil como eficiente: los mudéjares». Una economía cimentada en la agricultura no puede permitir un cisma de la población rural, que aporta mano de obra barata, ligada por vínculos de semiesclavitud a la aristocracia terrateniente.

Políticamente, desde mediados del siglo XV y por todo el siglo XVI, con el breve paréntesis de la Guerra de las Germanías, «Valencia se convierte en el epicentro de la política hispano-italiana, pues el rey Alfonso V fijaba en ella su corte» (Gudiol, 1952, citado por Company, 1985), y se establecerá, por tanto, una intensa relación con el Reino de Nápoles a través del citado Rey Alfonso V el Magnánimo, cuya esposa Doña María de Castilla, tras realizar los desposorios en Valencia, vivirá largos años en el Palacio de El Real, en el cual morirá, siendo enterrada en el Monasterio de la Trinidad, de monjas clarisas, que ella fundara. Estas relaciones políticas generarán fuertes intercambios culturales con las restantes Repúblicas italianas del Cuatrocento.

Culturalmente, nos dirá el propio Joan Reglá, «*con su hegemonía en el siglo XV, Valencia preside la maravillosa apoteosis de la cultura catalana medieval*». Y así es considerado el siglo XV como el «Siglo de Oro» de la cultura valenciana, con un floreciente plantel de literatos, poetas, novelistas, médicos, pintores, arquitectos, etc. que dejan un meritorio bagaje artístico en monumentos que aún hoy podemos admirar; baste citar a este respecto, por lo que en este caso nos pueda afectar, la creación de la «Junta de Murs e Valls» (Junta de Muros y Valladares), organismo que se ocupa de la construcción del encauzamiento del río Turia, protegiendo la ciudad de sus avenidas y proyectando nuevos puentes, la construcción de las murallas y sus puertas y de la infraestructura sanitaria urbana. Y así veremos como en esta época se construyen, entre otras, las Puertas de los Serranos y de Quart, el Palau de la Generalitat, la torre del Miguelete, la Lonja de Contratación, etc. Sin olvidar que en Valencia se imprime, en 1474, el primer libro impreso en España «Les trobes en lahors de la Verge Maria» (Cánticos en Horor de la Virgen María); y que tiene peso específico propio la pintura producida en esta época en los talleres valencianos: «el esplendor monumental estuvo acompañado por el apogeo de la literatura valenciana».(García Cárcel, 1981).

En el aspecto religioso, sabemos que durante todo el siglo XV hay una intensa relación entre la curia papal romana y la curia episcopal valenciana. Será primero a través de Alfonso de Borja, nacido en 1378 en Játiva, quien en 1455 es coronado Papa con el nombre de Calixto III, pero antes ha ejercido ya influyentes cometidos político-eclesiásticos. En 1417 el rey Alfonso V el Magnánimo le nombra consejero real, especializado en cuestiones eclesiásticas; en 1418 acompaña al Legado Pontificio, el cardenal Alamanno Adimari, a solucionar los flecos del todavía latente Cisma de Occidente, que perdurará hasta 1429, y, como recompensa a las gestiones realizadas en este asunto, se le nombra Obispo de Valencia, la mitra más importante de los estados aragoneses. Mientras tanto, en 1419 el Papa Martín V le había nombrado rector/párroco de la Parroquia de San Nicolás, de Valencia, rectoría que conservará hasta su muerte y recogerán luego de forma honorífica sus sucesores en la Silla de Pedro. En 1444, y con decidida influencia del propio Alfonso el Magnánimo, recibe el birrete cardenalicio; en 1449 recibe en Roma a su

sobrino Rodrigo de Borja, nacido en 1432, y le manda a Bolonia a estudiar Derecho, garantizándose así una cierta sucesión, sucesión que hace efectiva al nombrarle Cardenal en 1456. Calixto III, coronado Papa en 1455 muere en 1458, un mes largo después que su protector Alfonso el Magnánimo.

La continuidad queda garantizada, como se ha dicho, a través de Rodrigo de Borja, que es coronado Papa, con el nombre de Alejandro VI, en 1492 y muere en 1503. A la sombra de su tío, y con los sucesores de aquél los Papas Paulo II e Inocencio VIII, desempeña importantes misiones diplomáticas, entre las cuales no es la menos destacable su visita a Valencia, en calidad de Legado Papal, para confirmar el matrimonio de los Reyes Católicos, en 1472, en cuyo puerto es recibido por el entonces Primado de España, el Cardenal Diego Hurtado de Mendoza; llegaba acompañado, por encargo del cabildo catedralicio, por tres pintores, Pablo de San Leocadio, Francesco Pagano y el Maestro Riquart [Ricardo Quartararo] (Company, 1985), a quienes les iba a confiar las pinturas del presbiterio de la Catedral, realizadas en 1432 por pintores valencianos, pero perdidas como consecuencia del incendio acaecido en 1469. Se había cumplido prácticamente un siglo de presencia valenciana en la corte papal y en el Reino de Nápoles y, por tanto, fue un siglo de intensa relación entre el clero y la intelectualidad valenciana y la cultura italiana del momento; no debe por tanto extrañarnos el lógico trasvase de criterios y formas artísticas.

La vivienda

La casa a la que se refiere el contrato es un edificio entre medianeras, con fachada a una calle que no se indica, por lo que resulta imposible su ubicación urbana, y con huerto o jardín en la parte posterior; era lo que se ha dado en calificar como «vivienda noble» de la época (Sanchis Sivera 1932). La obra consiste en una reforma integral de la fachada y una adecuación de la zona habitada, actualizando la estética constructiva y los servicios edilicios.

Para estudiar la tipología de la vivienda urbana de Valencia durante el período denominado «foral», y más concretamente en el siglo XV, no existen ejemplos auténticos; las modas y la especulación nos han privado de tales modelos; sin embargo, los historiadores y eruditos, a través de la documentación de las posteriores reformas realizadas en alguna de ellas, y de los inventarios existentes de los objetos que contenían, donde se describen sus dependencias y enseres (Sanchis Sivera 1932), han llegado a explicar, con mayor o menor acierto, la distribución original de las mismas.

He colaborado recientemente en la restauración de un palacete, en el cual, a pesar de las posteriores reformas y adaptaciones, principalmente las del siglo XVIII, hemos apreciado perfectamente la tipología de una vivienda noble medieval situada en el ámbito romano de la ciudad de Valencia. Hasta tal punto esto era así, que incluso uno de sus muros estructurales pertenecía a un tramo de la antigua muralla romana. Su distribución final responde a la tipología general reiteradamente divulgada; sin embargo, hemos podido apreciar como, para llegar a conseguir la superficie necesaria para tal habitáculo, ha sido necesario, a través del tiempo, integrar en el solar incluso alguna calle y prescindir, en épocas de depresión económica, del jardín anejo, convirtiéndolo en solar; con ello, la vivienda que ha llegado a nuestros días es una vivienda entre medianeras, considero de características muy similares a la definida en el contrato que presento.

La descripción que generalmente se hace de estas viviendas nos las presenta como un conjunto edilicio, estructurado en cuatro niveles alrededor de un patio descubierto. La portada era un sencillo arco de medio punto con grandes y lisas dovelas. Los vanos eran artísticos ventanales, muchas veces con manifestaciones de talla, con ajimeces, con finos maineles con basa sencillamente moldurada y capiteles decorados con motivos florales. En lo alto de la fachada, debajo de un potente alero o rafe, corría generalmente una galería de pequeños ventanales, ya rectangulares ya arqueados, separados por columnas o pilastras. Esta es la descripción que se hace a la vista de los ejemplos que han perdurado; aquí estamos documentando su origen en la zona.

Singularidad de la obra

La importancia del contrato que aquí se presenta radica precisamente en la singularidad de los trabajos que se encargan para convertir un edificio de aspecto medieval en una mansión plenamente renacentista.

En primer lugar se indica que debe desmontar los porches actuales, es decir, la falsa[3] existente que cubre parte de la mansión, para poder elevar dicha cubierta y hacer la planta habitable: « . . . descobrir los porches que huy son fets . . . e pugar los pilars . . . tant alt com sera mester perque vinga be amb lo porche que fa a fer».[4] Pero al reconstruir ese nuevo porche, la nueva cubierta de teja no debe ocupar toda la superficie de la casa, sino que, en la zona que da al huerto, debe hacer «un tros de terrat de amplaria de vint i dos palms a tots aires . . .»,[5] con su pavimento y escalera de caracol para poder acceder al mismo. En este punto el documento nos confirma algo que años después (1563) testificará Anthonie van den Wijngaerde (Varios 1990): que era frecuente en Valencia la cubrición de los edificios mediante terrazas pisables, dada la benignidad del clima de la zona.

En la zona no ocupada en ese momento por el porche, debe demoler el antepecho de remate de la fachada, con el fin de elevar un cerramiento ejecutado mediante « . . . pilars e arquets . . . reparats de algeps ab ses bases e bocells obrats plans amb ses bases ques mostren be de la carrera»[6]. Es decir, está describiendo escuetamente, con muy pocos detalles, sin insistir en explicaciones, lo que se ha dado en llamar remate en galería arqueada de la vivienda señorial. Este remate ha llegado hasta nosotros reproducido en múltiples construcciones palaciegas o en edificios públicos, pero no debemos olvidar que estamos comentando un texto de 1486, anterior por tanto, no solo a los ejemplos valencianos conocidos (Consulado de la Lonja, Palacios de la Generalidad, de Benicarló, de los Scala, Casa de la Serena (Benifaraig), Colegio del Patriarca, etc.), sino también a otros edificios representativos del territorio nacional, ya de la Corona de Aragón (Lonja, Audiencia de Zaragoza, mediados siglo XVI) o de Castilla (Universidad de Alcalá, Palacio de Monterrey en Salamanca) todos ellos construidos en el siguiente siglo, como mínimo. Tal vez tengamos que buscar este diseño de remate, generalmente reforzado mediante potente alero o rafe, como aquí también ocurre[7], en las producciones lombardas de la época: la Capilla Colleoni, en Bérgamo, la Cartuja de Pavía, o el Palazzo Rucelai, en Florencia (Alberti, 1446). La falta de explicaciones detalladas y prolijas respecto a la forma de su construcción, demuestra con meridiana evidencia que ambas partes conocen perfectamente lo que se ha de hacer. Ello nos induce a pensar que sería un procedimiento ya habitual en la arquitectura local.

Para realizar esta cubrición, el maestro Domingo Fort debe aportar la mano de obra, materiales y medios auxiliares necesarios para ejecutarla, excepción hecha de la teja, madera y clavos necesarios, que se los suministrará la propiedad, y la estructura del alero, que la ejecutará el carpintero. Con estas salvedades en los suministros se confirman dos extremos; por una parte, y según me ha aparecido en otros contratos posteriores, tanto el suministro de madera como de hierro debía requerír una licencia especial, solicitada al Consejo de la Ciudad y Reino, para su importación, siendo la principal fuente de suministro de madera la Serranía de Cuenca y Albarracín, llegando los envíos a través de la ruta fluvial proporcionada por el río Guadalaviar o Turia (parece ser que, desde antiguo, la exclusiva concesión de estos suministros la ostentaba el Marqués de Moya). Por otra parte, el hecho de que el alero o rafe lo ejecutase un carpintero, demuestra el grado de sofisticación artística que tendría.

La siguiente intervención afectaba ya al resto de la fachada: « . . . reparar tot lo enfront de la casa de paleta».[8] Dos son los conceptos que considero esenciales dentro de este párrafo; se trata de enlucir toda la fachada, pero será un enlucido «de paleta», es decir, cuidado, hoy diríamos que maestreado y con los adornos pertinentes, que no indica y debemos suponer; nada nos impide pensar incluso en una solución a base de estucados, en cualquiera de sus distintas formas y acabados, o hasta incluso se refiera a esgrafiados, puesto que debe armonizar con los huecos de la misma fachada, que se ejecutará, de yeso imitando piedra.[9]

Finalmente, en la composición de la fachada debe introducirse la apertura o restauración de dos huecos: una portada y una ventana. La portada debe ser « . . . de algeps perfilat ab sos volsors a modo de pedra».[10] La ventana (se hacen dos iguales, la una da a la calle y la otra al patio) también será a imitación de piedra, pero debe llevar pilastras, con sus basas, tablas y capiteles,[11] las cuales le proporcionará el propio mosén Spital.

Amplio comentario por mi parte requieren los dos detalles anteriores y que prácticamente son los que justifican el objeto de esta colaboración. En primer lugar, la portada. En su descripción hay una palabra clave, en cuya correcta definición está el secreto de

su interpretación constructiva; se trata del vocablo «volsors». García Salinero (García Salinero 1968) recoge este vocablo como «bolsor», aportando citas no anteriores a 1522, aunque considera que su uso puede ser anterior, y lo acepta como sinónimo de «dovela», «salmer» o «dovelaje»; también Carmen Rodríguez (Actas 1986) recoge la palabra «bolsores», sacada de un documento sobre la Catedral de Sevilla fechado en 1449, y remite en su significado a García Salinero. No es mi intención rechazar de plano estas interpretaciones y menos cuando será el propio Padre Tosca (Tosca [1727] 2000) quien taxativamente diga: «La piedra que está en medio de un arco o bóveda se llama clave; y las primeras a uno y otro pie, incumbas o bolsones», siendo en este caso el significado de «salmer», pero ya es una interpretación del siglo XVIII.[12] Por mi parte más bien creo que, visto el contexto general de la frase citada en el documento que aporto y conociendo los modismos propios de la lengua en que tal documento se escribe, su significado correcto considero que es el de sillar, formando parte de las jambas, del dintel o del arco, pero sillar de labra almohadillada (en forma de bolsa o almohadilla); sólo así podemos entender que el portal —unidad arquitectónico-constructiva— esté formado en todas sus partes (jambas y dintel) por elementos (sillares=carreus y dovelas=dovelles) realizados en yeso con acabado almohadillado (volsor), es decir, la doble expresión de «sillar almohadillado» (que se traduciría luego por «carreu encoixinat») queda resumida en un solo vocablo: «volsor». Idénticos criterios se adoptarán para expresar otros detalles constructivos, recurriendo a vocablos ya consagrados en otros oficios o a expresiones miméticas, como en este caso, con la forma de lo que aparentan; y así vemos como, recurriendo a una expresión utilizada en agricultura, a la línea cumbrera de un tejado se le denomina carena, en referencia a la coronación de los entresurcos agrícolas; o al correcto remate de un zócalo se le denomina papo, por su similitud con la papada de las personas o animales. Esta interpretación nos confirma en la influencia directa de las modas ya adoptadas en Italia, donde encontramos edificios, anteriores a la fecha del contrato, en cuyas fachadas se utiliza, como elemento constructivo-decorativo, el almohadillado real (mediante la labra del sillar), o falso (mediante estucos).[13]

El segundo comentario debe referirse a la condición impuesta para la construcción de las ventanas. Dice textualmente el contrato: «Lo dit mestre li ahia de fer dos finestres, ço es, la una a la carrera e l'altra al pati de casa, a manera de pedra, e posarli les corondes ab sos capitells, e bases, e taules, les quals li dara lo dit mossen Spital».[14] Vemos en este párrafo que la fachada principal dispone de una sola ventana significativa; sabido es que los palacios renacentistas organizan su fachada al modo de los preexistentes góticos, y en éstos «domina la presencia majestuosa de unos enormes lienzos murales foscos y desnudos en los que con gracioso contraste se abren gentiles huecos»[15]. Las ventanas se las hará también imitando piedra, pero las recercará mediante pilastras (corondes) dotadas de base y capitel, y se cubrirán mediante frontón o entablamento (taules); este adorno, seguramente superpuesto, lo facilita la propiedad, tal vez por tratarse de elementos importados, o fabricados con calidades y diseños muy concretos, seguramente de piedra o mármol pulidos, según se documenta en la construcción del Palacio del Embajador Vich, en 1527, cuyo patio se realiza con piezas de mármol de Carrara, importadas de Italia (Benito 2000, 24). Este tipo de ventanas aparece también en las fachadas de algunos de los palacios antes citados, y cuyo remate en frontón triangular quedará integrado en proyectos de marcada influencia tardogótica como remate de ventanales, según podemos apreciar en el torreón del edificio de la Generalitat de Valencia, ejecutado por el maestro Johan Corbera hacia 1534.

He dejado de citar anteriormente un edificio castellano, coetáneo aunque posterior inmediatamente a nuestro documento, con el sano deseo de citarlo ahora, porque refleja, en sus dos plantas inferiores, lo que hasta aquí hemos descrito, y, dada la personalidad de su fundador y su relación con Valencia, no sería extraño estuviese inspirado en construcciones ya observadas allí; se trata del Colegio de Santa Cruz, en Valladolid, fundado por el Cardenal Mendoza y edificado entre 1487 y 1491. Su portada y ventana, con el almohadillado del paramento circundante a ambas, bien podrían tener su origen en construcciones privadas similares a la de mosén Spital; lo propio podríamos decir de la Portada del Palacio Arzobispal de Toledo, debida a Covarrubias. Es un hecho documentado que el Cardenal Diego Hurtado de Mendoza, obispo de varias diócesis y finalmente Primado de España, con un bien ganado poder político, viene a Valencia en 1472 para recibir, como ya se ha dicho, al Legado Papal Rodrigo de Borja. También es

patente el mecenazgo que ejerce en Castilla, considerándosele como el introductor de la corriente arquitectónica renacentista en ese reino; es además padre del Marqués de Cenete, D. Rodrigo de Mendoza y Vivar [cuyos restos, junto con los de su esposa Dª María de Fonseca, reposan en la denominada Capilla de los Reyes, del convento de Santo Domingo, de Valencia] (Catálogo 1983, II: 486), promotor de la construcción del Castillo de la Calahorra en 1492 (Marías 1989), en Cenete (Granada), entre cuyos principales artífices figura un elenco de artistas valencianos (Falomir 1990). A su círculo familiar corresponde también la construcción del Palacio de Cogolludo, en Guadalajara, obra de Lorenzo Vázquez, hacia 1495, donde utiliza el almohadillado, lo mismo que en la Puerta de Bisagra, de Toledo. Muy posterior será (c. 1525) la construcción del Palacio de Carlos V, en Granada, debido al arquitecto Pedro Machuca, o a Portada del Alcázar de Toledo, de Alonso de Covarrubias. Las formas se han generalizado.

CONCLUSIÓN

Varias e interesantes conclusiones podemos sacar de una meticulosa lectura del contrato presentado, que nos confirmarán en la realidad de que ya se están operando cambios en los sistemas constructivos tradicionales góticos: se ocultan los elementos estructurales mediante revocos y enlucidos, se falsean las calidades de los materiales mediante estucos e incluso esgrafiados, se utiliza el mortero de yeso en exteriores, seguramente como soporte de posteriores coloraciones, tal y como se generalizará en épocas sucesivas, etc. Pero considero que la conclusión más válida, equiparable tan solo con el propio valor documental que prueba la adopción de formas y procedimientos hasta hoy desconocidos para este período de la historia del arte, es la evidencia de que se ha creado un diseño de fachada, que repetirán y recrearán los grandes artistas de los siglos sucesivos, llegando su vigencia prácticamente hasta los albores de nuestros días: portada monumental, con amplio balcón centrado y galería arqueada superior. Y dejemos de lado el estilo arquitectónico con el que cada época ha expresado este principio.

Con esta comunicación sólo he pretendido patentizar dos cosas: por una parte, instar a los investigadores para que utilicen más la documentación original y desempolven muchos legajos que todavía permanecen vírgenes en nuestros archivos; sólo así podremos «desfacer» muchos entuertos que la inercia ha consagrado. Por otra parte, reclamar una vez más la necesidad de crear equipos interdisciplinares para poder abordar con las debidas garantías los estudios e intervenciones sobre edificios históricos, dada la seguridad que da la evidente amplitud de horizontes que aporta la conjunción de ópticas de distinta formación académica.

COPIA DEL CONTRATO DE REFERENCIA

Archivo de Protocolos del Colegio del Corpus Christi, de Valencia.
Signatura 1.250. Notario García Ugart. Año 1486.

Die tertia mensis Decembris anno a nativitate Dmni. MCDLXXXVI
Nos Michael Spital presb. Benefiatus in sede Valentie ex una et Dominicus Fort operarius ville habitatores dicte civitate ex altera parte gratis et scienter confitemur quod inter. nos fecimus pactabimus stipulabimus capitula tenoris et scientie seguentium.

En nom de nostre Señor Deu e de la gloriosa Verge Maria comencen los capituls fermats entre mossen Miquel Spital prevere e lo señor en Domingo Fort mestre de obra de vila en e sobre l'obra e porches que fan a fer en la casa del dit mossen Spital e son los seguents.

Primo es estat concordat e pactat entre les dites parts que los mestre a son carrech haia a descobrir los porches que huy son fets en la dita casa e pugar los pilars en lo dit porche que sta pegat amb la casa del valle tant alt com sera mester perque vinga be amb lo porche que fa a fer a la part de la carrera en manera que tot responga a una tirada amb bon rost tant com sera mester.

Item mes es estat concordat que en aquella tirada del damunt dit porche en la part de vers l'ort del valle li haia a fer un tros de terrat de amplaria de vint e dos palms a tots aires poch mes o menys bo e ben fet ab cloenda de nou palms devers l'ort del valle de myga rajola e que faça lo payment del dit terrat de huna vella e ab hun caragol que devalle e puge al terrat ab son capell cubert.

Item mes que dorroque lo apitrador del terrar qui huy es devers la carrera que es de paret grossa fins a la cuberta e que torne tota la tirada a paredar de amplaria de una rajola per que si puxen fer los pilars e arquets de la dita amplaria e encara una eximenea que huy carrega sobre lo dit apitrador que aquella de necesitat fa a derrocar fins al terrat e que apres que la torne a pujar fins damunt la teulada tant com sia mester.

Item mes que faça los arquets e pilars reparats de algeps ab ses bases e bocells obrats plans ab ses bases ques mostren be de la carrera.

Item mes que lo dit mestre sia tengut de metre les mans dell e de manobres en tota l'obra.

Item mes que lo dit mestre sia tengut de metre tots los pertrets ço es calç algeps arena tants com sien mester pera fer bona obra.

Item mes que lo dit mestre sia tengut de pujar tots los pilars de dins casa a son carrech e metre tanta rajola com sera mester ab tots sos pertrets en manera que lo dit mossen Spital no y haja a metre nengun dels pertrets sino aquells que seran nomenats en lo capitul seguent.

Item mes es estat concordat que lo dit mossen Spital hi haia de metre solament tota la fusta e tota la teula e tants de claus com seran mester e encara los taulells que seran mester pera paredar los pilarets del porche e aixi empero que lo dit mestre haia de pugar e posar tota la fusta a son carrech exceptat la eixida del porche a la carrera la qual te a guarnir lo fuster.

Item mes es estat concordat que lo dit mestre sia tengut de reparar tot lo enfront de la casa de paleta e reparar lo portal de algeps perfilat ab sos bons volsors a modo de pedra.

Item mes que lo dit mestre li haia de fer dos finestres ço es la una a la carrera e laltra al pati de casa a manera de pedra e posarli les corondes ab sos capitells e bases e taules les quals li dara lo dit Mossen Spital.

Item mes lo dit mestre sia tengut de repararli una longeta que y ha apres de la sala pujant al terrat de paleta e aplanarli lo trespol que sia equall.

Item mes que lo dit mestre sia tengut de denijarli la terra que sera de l'obra aixi dins casa com la de la carrera a tota sa despesa e la faça lançar a la rambra o hon be li vendra puix li lexa la casa e la carrera neta.

Item mes es estat pactat e concordat que lo dit Mossen Spital li haia de donar per sos treballs e per pertrets e per manobres e per tota la dita obra sexanta una lliura les quals li haia a donar en aquesta forma que tan tots que haia descubert lo porche vell li done la una terça e l'altra terça quant ahura feta la mitat de l'obra e quant ahura acabada tota l'obra e denegada casa e la carrera ab bon compliment tot lo restant a compliment de pago de tota la dita obra.

Item mes es estat concordat que lo dit mestre tant tots que ahia començada la dita obra no puixa fer faena ab altri ni li leva la ma de l'obra fins sia acabada de tot e si lo dit mestre se metia a obrar en altre loch e li dexava la sua faena quel dit Mossen Spital puxa haver altre mestre o mestres qui li acaben l'obra a tota despesa e dam del dit mestre.

Quibus quidem capitulis lectis et publicatis . . .

Trascripción del contrato

Día tres de Diciembre del año 1486.
Nosotros, Miguel Spital, presbítero, beneficiado residente en Valencia de una parte, y Domingo Fort, albañil, vecino de la indicada ciudad de otra, libre y conscientemente decimos que entre nosotros hemos pactado, estipulado y firmado unos capítulos del orden y contenido siguientes.

En el nombre de Dios nuestro Señor y de la gloriosa Virgen María damos principio a los capítulos firmados entre mosén Miguel Spital, presbítero, y D. Domingo Fort, maestro albañil, sobre la obra y los porches que se han de hacer en la casa del dicho mosén Spital, y que son los siguientes:

Primero, se ha acordado y pactado entre dichas partes que el maestro, a su cargo, tiene que demoler los porches actuales de la referida casa y subir los pilares de dicho porche, que está junto a la casa de abajo, tanto cuanto sea menester para que iguale con el nue-

vo porche que se va a construir en la parte de la calle, de forma que todo responda a la misma línea, con la pendiente que sea necesaria.

Además, se ha acordado que la vertiente del tejado de dicho porche, en la zona recayente al huerto de abajo, tiene que hacer un de terrado de veintidós palmos en cuadro, poco más o menos, bien hecho, con un cierre de nueve palmos en la parte del huerto de abajo, hecho de medio ladrillo, y que pavimente dicho terrado con un ladrillo viejo, y construya una escalera de caracol que baje y suba al terrado, con la cubierta de sombrerete.

Además, que demuela el antepecho del terrado que hoy existe en la parte de la calle, que es de pared gruesa, hasta la cubierta, y que vuelva a hacer la pared de un ladrillo de gruesa, para que se puedan hacer los pilares y arquitos de la misma anchura; e incluso una chimenea que hoy carga sobre dicho antepecho, que necesariamente se ha de demoler hasta el terrado, que la vuelva a hacer luego hasta por encima del tejado tanto cuanto sea necesario.

Además, que haga los arquitos y pilares enlucidos de yeso, con sus basa y boceles planos, y sus basas que se vean desde la calle.

Serán por cuenta de dicho maestro la mano de obra suya y la de los albañiles durante toda la obra.

El indicado maestro deberá aportar todos los materiales, la cal, el yeso, la arena, necesarios para la correcta ejecución de la obra.

A su costa deberá subir los pilares de dentro de la casa, aportando el ladrillo necesario con los materiales correspondientes, de forma que el indicado mosén Spital no tenga que aportar ningún material, excepción hecha de los que se indican en el apartado siguiente.

Se ha acordado además que mosén Spital deberá aportar tan solo toda la madera, la teja y los clavos necesarios, e incluso los ladrillos (especiales) necesarios para forjar los pilarcillos del porche; no obstante, dicho maestro deberá subir y colocar por su cuenta toda la madera, excepto la referente al alero, que la ejecutará el carpintero.

Se ha acordado que el maestro debe enlucir de paleta toda la fachada y hacer el portal de yeso despiezado, con sus buenos almohadillados imitando piedra.

También se ha acordado que el maestro debe hacer dos ventanas, una hacia la calle y la otra hacia el patio de la casa, imitando piedra, y debe ponerle los pilares, con sus capiteles, basas y entablamentos, los cuales le proporcionará el indicado mosén Spital.

El maestro deberá enlucir una pequeña galería que hay detrás de la sala, subiendo al terrado, y nivelar el suelo.

Deberá también el maestro limpiar, a su costa, el escombro procedente de la obra, tanto el de dentro de casa como el de la calle, el cual verterá a la rambla o donde le pareciere, pues debe dejar limpia la casa y la calle.

Se pacta y acuerda que mosén Spital pagará por los trabajos y materiales y por el personal de la obra y por toda la obra indicada sesenta y una libras, que abonará de la siguiente forma: al demoler el porche viejo, le dará un tercio; el otro tercio se abonará a la mitad de la obra; y cuando haya terminado toda la obra y limpiado la casa y la calle de forma satisfactoria, se le dará el resto en cumplimiento de pago de toda la obra.

Se acuerda además que el citado maestro, en cuanto haya comenzado la referida obra, no pueda trabajar para otro, ni reducir la mano de obra hasta que haya terminado totalmente; y si el citado maestro comenzaba a trabajar en otro lugar o abandonaba el trabajo, mosén Spital pueda recurrir a otro maestro o maestros que le terminen la obra, todo ello a expensas y responsabilidad del citado maestro.

Leídos y escritos los anteriores capítulos, se firman . . .

Notas

1. Cuando ya tenía presentada esta comunicación (15/03/04) y aceptada su inclusión en este Congreso (09/06/04), en junio del pasado año 2004 (24/06/04) se descubren los frescos, realizados entre 1472 y 1481, por encargo del entonces obispo de Valencia Rodrigo de Borja, por los italianos Francesco Pagano y Pablo de

San Leocadio, en la bóveda del presbiterio de la Catedral. (Andrés Ferreira 2004 – Catalá-Pérez 2004).

2. Además de este documento, que encontré yo en 1985 en el Archivo de Protocolos del Colegio del Corpus Christi de Valencia, al día de hoy sólo conozco el documento, aportado por Mercedes Gómez-Ferrer Lozano en su obra «Arquitectura del siglo XVI. El Hospital General y sus artífices», publicada en 1998, que localiza en el Archivo de la Diputación de Valencia, en el cual figura este maestro como que *«en 1479 construye una pared medianera en el Hospital de Inocentes»*.
3. La construcción de un volumen, no habitable, encima de la denominada planta noble o principal, se justifica inicialmente en proveer dicha vivienda de una cámara aislante ventilada, denominada según regiones *falsa, andana, porche o porchada*, para acondicionarla a efectos climáticos, solución que se adopta incluso en la vivienda rural. Posteriormente este volumen se adapta, en unos casos como vivienda de la servidumbre y en otros como granero. Su adaptación como vivienda suponía, como vemos en el contrato, elevar la cubierta. Hay, por tanto, una evolución edilicia en esta solución arquitectónica.
4. « . . . demoler los poches existentes . . . y subir los pilares . . . tanto cuanto sea necesario para que iguale con el porche que se va a construir . . .»
5. « . . . una zona de terrado, de unos cuatro metros en cuadro . . . »
6. « . . . pilares y arquitos . . . elucidos de yeso, con su basa y boceles planos, y las basas que se vean desde la calle»
7. *«La fusta . . . de la aixida del porche a la carrera, la qual te a guarnir lo fuster»*. (La madera . . . del saliente del porche a la calle [el alero], la cual debe ejecutar el carpintero).
8. « . . . enlucir totalmente la fachada . . . »
9. *« . . . de algeps perfilats a modo de pedra»*. [Enlucidos de yeso a imitación de piedra]
10. « . . . de yeso despiezado como un almohadillado imitando piedra».
11. *« . . . corondes ab sos capitells e bases e taules»*.
12. Similares interpretaciones han adoptado otros tratadistas que han recogido este vocablo, todos ellos indicando que se trata de una expresión antigua y remitiéndose invariablemente a la interpretación dada por sus predecesores. D.D.A.R.D.S., en el «Diccionario de las Nobles Artes», 1778, dice BOLSOR lo mismo que DOVELA. Benito Bails, en su «Diccionario de Arquitectura Civil», 1802, dice también BOLSOR lo mismo que DOVELA. Mariano Matallana, en su «Vocabulario de Arquitectura Civil», 1848, dice escuetamente BOLSOR, DOVELA. En un «Diccionario de arquitectura civil, religiosa, militar y legal» editado en 1926 se copia literalmente el significado anterior: BOLSOR, DOVELA.
Algunos autores confunden o identifican el significado del vocablo BOLSOR con BOLSON, asignándoles parecida interpretación. Otros, como Francisco Martínez, [1788] 1989, en su «Introducción al conocimiento de las Bellas Artes o Diccionario Manual», define BOLSONES como *«Así llaman en un edificio a las piedras primeras sobre que se levanta un arco, y que hacen pie en ambos lados»*, recogiendo la definición de Tosca.
Matallana 1848 recoge la expresión «cerrar arcos a bolsón», que define como *«Hacer que la clave, en los de fábrica de ladrillo, se componga de hiladas horizontales en vez de seguir las dovelas todas la inclinación y posición con que empiezan desde el salmel»* [sic]. Esta misma definición la adoptó en su día, 1948, el Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura [pág. 77, Art. 225], al definir «Dinteles a bolsón».
13. Recordemos el Palazzo Pitti, en Florencia, circa 1460, o el Palazzo Strozzi, 1489.
14. «Dicho maestro deberá hacer dos ventanas, una que dé a la calle y la otra al patio de casa, simulando piedra, y montará las columnas, con sus capiteles, basas y entablamentos, que le facilitará el mismo mosés Sapital».
15. Chueca Goitia, Fernando. Historia de la Arquitectura Occidental.

Lista de referencias

Actas I Congreso Hispanoamericano de Terminoligía de la Construcción. 1986. Págs. 75–79 «Notas para la elaboración de una terminología de la construcción en Sevilla durante los siglos XV y XVI». Carmen Rodríguez Liñán-Teodoro Falcón Márquez.

Andrés Ferreira, M, 2004. «Hallan pinturas renacentistas del siglo XV en la Catedral». *Las Provincias*, 24/06/2004.

—«La ley de Patrimonio impide dejar al descubierto los frescos hallados en la bóveda de la Catedral». *Las Provincias*, 25/06/2004.

Benito Doménech, Fernando, 2000. *El patio del palacio del Embajador Vich. Elementos para su recuperación*. Generalitat Valenciana.

Catalá, Javier, Carmen Pérez García y Antoni José i Pitarch. 2004. «Los frescos de la Catedral de Valencia». *Las Provincias*, 09/08/2004, 10/08/2004.

Catálogo. 1983. *Catálogo de Monumentos y Conjuntos de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Company i Climent, Ximo. 1985. *Pintura del Renaixement al Ducat de Gandía-Images d'un temps i d'un país*. Valencia: Institució Alfons el Magnànim.

Company i Climent, Ximo 1990. «La adoración de los Reyes, de Pablo de San Leocadio, conservada en Gandía y nueva aportación documental sobre el nacimiento del pintor». A.E.A. Nº 249, 84–92.

Falomir Faus, Miguel. 1990. «Sobre el Marqués de Cenete y la participación valenciana en el Castillo de Calahorra». A.E.A. Nº 250 (263–269)

Falomir Faus, Miguel. 1996. *Arte en Valencia 1472–1522. Valencia*: Generalitat Valenciana. Consell Valenciá de Cultura

Galarza, Manuel. 1992. Introducción del Renacimiento Arquitectónico en Valencia. *Actas Primer Congreso del Arte Valenciano*. 223–227

García Salinero, Fernando. 1968. *Léxico de alarifes de los siglos de oro*. Madrid: R.A.E.

Garín Ortiz de Taranco, Felipe Mª. 1973. «El siglo XV en la arquitectura valenciana». *El siglo XV valenciano*. Madrid, 21–25.

Gomez Ferrer Lozano, Mercedes. 1998. «Arquitectura en la Valencia del siglo XVI. El Hospital General y sus Artífices».

Gomez Ferrer Lozano, Mercedes. 2000. «Artistas viajeros entre Valencia e Italia, 1450–1550». Saitabi, nº50, págs. 151–170.

Gudiol Ricard, J. 1952. *Pintura gótica. (*Ars Hispaniae, vol IX). Plus Ultra.

Marías, Fernando. 1989. *El largo siglo XVI*. Madrid: Taurus.

Querol Faus, Fina. 1963. *La vida valenciana en el siglo XV. Un eco de Jaume Roig*. Inst. Alfonso el Magnánimo.

Reglá, Joan. 1975. *Historia del Pais Valenciá, III. «De les Germaníes a la Nova Planta».*

Sanchis Sivera, José. 1932. *Arquitectura urbana en Valencia durante la Epoca Foral*. A.A.V.

Tosca, Thomás Vicente. [1727] 2000. «Compendio Matemático —Tomo V— Arquitectura Civil, Montea y Cantería». Edición facsímil UPV y CTAV.

Villalba Ruiz de Toledo, F. Javier. 1988. *El Cardenal Mendoza (1428–1495)*. Ed. Rialp.

Wijngaerde, Athonie van der. 1990. *Les viste valencianes d'Athonie van der Wijngaerde (1563)*. Valencia: Generalitat valenciana.

Edificaciones fluviales cordobesas. La imágen gráfica como medio de conocimiento de construcciones históricas

Antonio Gámiz Gordo
Diego Anguís Climent

El presente trabajo aborda el estudio de edificaciones singulares, de carácter no monumental, situadas en el curso del río Guadalquivir a su paso por la ciudad de Córdoba: la Albolafia y los molinos que se encuentran junto al Puente Romano. Dichas edificaciones, cuyos orígenes nos aproximan a la propia razón de ser de la ciudad, no han sido objeto de investigaciones recientes. En la actualidad se encuentran en lamentable estado de abandono o ruina, quizás por desconocimiento, por su carácter anónimo, o por dificultades administrativas; a pesar de su destacado papel en la configuración de la imagen paisajística de Córdoba a lo largo de la historia, ya que aparecen en la principales vistas de la ciudad dibujadas desde el siglo XVI hasta nuestros días, cuyo análisis, inédito hasta ahora, vamos a introducir. Así, tomando como referencia el estado actual y las aportaciones de destacados estudiosos, se analiza críticamente la información desprendida de un amplio repertorio de documentos gráficos, desde las primeras panorámicas de Córdoba dibujadas por Wyngaerde (h. 1567) y Hoefnagel (h. 1572), a los dibujos de viajeros del XIX, como Roberts (h. 1835–1838), Vivian (h. 1837–38) u otros, e incluso diversas fotografías de gran valor documental, tomadas en la segunda mitad del siglo XIX. Para acometer el análisis de las imágenes seleccionadas ha sido necesario recopilar y ordenar previamente algunos datos históricos de referencia, que se sintetizan a continuación.

Breve reseña con datos históricos básicos

Diversos estudios sobre ruedas hidráulicas coinciden en situar sus orígenes en el Mediterráneo oriental hacia el siglo I-II a.C. Las primeras noticias sobre la existencia de ruedas horizontales se encontrarían en un epigrama de Antipater de Tesalónica hacia el año 85 a.C. y en algunos datos aportados por Estrabón (González Tascón 1987, 29). La primera referencia disponible sobre una rueda hidráulica vertical es citada por Marco Vitruvio Polion, hacia el 27 a.C., en su libro *De Architectura* (X, cap. IV–V), donde se describe el *hidromolae* o molino hidráulico, cuya estructura básica ha pervivido hasta nuestros días, aunque dicho tipo coexistiría con otros tipos movidos por bestias o incluso por esclavos.

Hacia el siglo X se datan las primeras referencias sobre la existencia en la ciudad de Córdoba de ruedas hidráulicas, usadas para regar los jardines de la residencia construida por Abd Allah (888–912) (Caro Baroja 1983, 287). Según una crónica árabe descubierta por Leví Provencal, la gran noria junto al puente fue construida hacia el año 1136–1137 por el emir Tasufin, gobernador almorávide de Córdoba e hijo del califa Alib Yusuf (Torres Balbás 1942, 462). Se denominaría «la Albolafia», que puede traducirse como «de la buena suerte» o «de la buena salud» (Asín Palacios 1944).

También tenemos noticias del siglo X sobre los molinos que compartirían la azuda o presa con la Albolafia. Al-Razi, cronista de la ciudad de Córdoba,

hace referencia a las obras que se realizaban el 30 de agosto del año 971 para la reparación del mal estado de los pilares del puente. Una vez reparado éste, también se reparó la brecha de la represa de los molinos, que había sido preciso desmontar, para vaciarla y poder ejecutar las obras del puente (González Tascón 1987, 301).

En la primera mitad del siglo XII al-Isidri describe un dique con piedras llamadas egipcias, sobre el cual se situaban tres edificios con cuatro molinos cada uno. Mas tarde, Al-Himyari describe nuevamente la existencia, aguas abajo del puente, de un malecón construido mediante piedras de talla con gruesos pilares de mármol que tenía como misión evitar que el río estropease la orilla. El muelle que se destacaba sobre el malecón soportaba tres molinos, con cuatro piedras cada uno (González Tascón 1987, 41).

La primera alusión cristiana a dichas construcciones cordobesas data de 1237, cuando Fernando III concede a don Gonzalo, obispo de Cuenca, a don Tello Alfonso y a Alfonso Téllez cuatro ruedas de aceñas situadas en la «azuda del Culeb», nombre que debió tener en época musulmana (Nieto Cumplido 1983, 80–88). En junio de 1492, la reina Isabel La Católica mandó desmontar la rueda de la Albolafia. Mas tarde, el cronista Ambrosio de Morales (1513–1591) nos traslada su asombro por «aquel soberbio edificio, llamado agora el Batán del Albolafia». En 1574 los propietarios de la rueda de la Albolafia, las monjas de Jesús y María, realizarían una serie de obras de restauración dirigidas por Juan de Ochoa, Maestro Mayor de las obras de la ciudad; y nuevamente se realizarían obras en 1588 (Nieto Cumplido 1983). Puede destacarse, según los citados documentos, que algunas edificaciones contarían con más de una rueda, a veces con diferentes arrendatarios, aunque su propiedad sería unitaria. Además, resulta curioso como en dichos escritos, de la segunda mitad del siglo XIII, se hace referencia a la entrega a la Iglesia de las ruedas (con su parte de canal en el Guadalquivir), a cambio de privilegiados lugares de enterramiento o de misas «in memoriam».

Su posible uso como fábricas de papel es un tema muy singular y llamativo, aunque poco documentado, sobre todo en época califal, en la que algún autor identifica a los molinos de la azuda, bajo el puente romano, como molinos papeleros (González Tascón 1987, 300–304). Es sabido que las técnicas del papel llegarían pronto desde Oriente a Al-Andalus; y existen noticias sobre impresionantes bibliotecas cordobesas, como la de al-Hakam II, con cerca de cuatrocientos mil ejemplares, o la de Ibn Futais (un edificio entero, con pasillos, escalinatas y anaqueles llenos de libros...), que apuntan con claridad a la probable existencia de dichas industrias de fabricación de papel (Muñoz Molina 1991, 133–150). Además existen noticias sobre el establecimiento de una fábrica de papel en la segunda azuda bajo el puente romano, junto al actual puente de San Rafael, hacia mediados del siglo XVIII, la cual desaparecería por su escasa producción, que no contaría con la blancura necesaria debido a la suciedad de las aguas (Ramírez de Arellano y Gutiérrez 1873).

Breve recorrido por algunos documentos gráficos de los siglos XVI al XIX

Tras los breves datos aportados, que tratan de justificar el valor histórico y el singular carácter de estas edificaciones fluviales, se trata ahora de profundizar en su conocimiento planteando nuevos puntos de vista o cuestiones derivadas del análisis de imágenes gráficas de otros tiempos, intentando reutilizar la experiencia y metodología de investigaciones gráficas antes desarrolladas en otros enclaves geográficos (Gámiz Gordo, 1998) e incluso las vivencias y el conocimiento «in situ» de dicho entorno cordobés.

Para poner en marcha el trabajo ha sido necesario el laborioso rastreo de una amplia bibliografía (al final del texto se reseña una selección), con objeto de reunir las imágenes más significativas de Córdoba en los últimos cinco siglos. Debe advertirse que a diferencia de otras ciudades que cuentan con excelentes publicaciones sobre su iconografía (por ejemplo, Sevilla), Córdoba cuenta con escasas o fragmentarias investigaciones sobre sus vistas paisajísticas, aunque muchas de ellas se han reproducido en reiteradas ocasiones (a veces con deficiente calidad) y han sido esenciales para el conocimiento de la ciudad y la universalización de su imagen más allá de nuestras fronteras.

Dicho rastreo bibliográfico ha permitido localizar un considerable conjunto inédito de imágenes, cerca de ciento veinte piezas. Al revisarlas se constata que a diferencia de otras ciudades que cuentan con varios frentes paisajísticos, Córdoba ha sido dibujada, fotografiada o inmortalizada, en la inmensa mayoría de

las casos desde la orilla izquierda del río, encuadrando su perfil más fotogénico: con el Guadalquivir y el puente romano en primer plano, junto a los molinos y la Albolafia, con la Mezquita y el casco histórico detrás, y Sierra Morena al fondo.

Dada la abundancia de imágenes disponibles, aquí solo se presentan algunas cuya selección no ha sido fácil. Asimismo, por razones de espacio y legibilidad, en muchos casos no se reproducen vistas completas sino detalles cercanos a nuestras edificaciones, perdiendo datos sobre su contexto y parte de su encanto. Incluso en algunos casos se ha optado por citar vistas o detalles que aquí no se reproducen; siendo conscientes de que se está abriendo un tema muy amplio y se dejan muchas cuestiones abiertas para futuros trabajos.

Ante el desconocimiento de documentos gráficos musulmanes, una de las primeras representaciones disponibles sobre las ruedas hidráulicas del Guadalquivir a su paso por Córdoba es la que aparece en un sello de la ciudad del año 1360 (fig. 1), que representa sus principales rasgos de forma idealizada (Caro Baroja 1958, 197). Al fondo se observa la muralla, la Mezquita con su alminar islámico y las palmeras del patio de los Naranjos, así como diversas cubiertas. En primer y segundo plano aparece el río y nuestra rueda hidráulica, la Albolafia, con exagerado tamaño respecto al puente romano (parece mayor de los 15 metros con los que fue restituida por Félix Hernández hacia 1960), quizás para resaltar su importancia simbólica. Del puente se dibujan 5 arcos, de un total de 17 (hoy 16 debido al soterramiento del primero con las obras de encauzamiento en la margen derecha). Aunque no es objeto de este trabajo, debe destacarse que el puente romano, una de las constantes en las imágenes de Córdoba, sería vital para su defensa y tendría numerosas reparaciones en sus fábricas, ya que la destrucción de alguno de sus arcos cerraba el paso a la ciudad, según aparece en un grabado anónimo (h. 1770) recientemente adquirido por el Museo de Bellas Artes de Córdoba y reproducido en catálogo de la Fundación Lara (2004).



Figura 1

Seguramente una de las principales imágenes de Córdoba a lo largo de su historia (fig. 2 y 3) es la dibujada en 1567 por Anton de Wyngaerde, pintor al servicio de Felipe II, dentro de una excelente colección de dibujos de ciudades desconocidos hasta su reciente publicación (Kagan 1986). En ellos se incluyen abundantes detalles con gran fidelidad, lo que les confiere un gran valor documental, casi notarial. Además, en otra publicación posterior se han dado a conocer dos dibujos más de Wyngaerde sobre Córdoba, que servirían como dibujos preparatorios del primero: un esquema de la muralla y sus torres, y una panorámica similar a la vista principal, sin sus primeros planos (Galera i Monegal 1998, 266–67). El dibujo principal incluye en primer plano edificaciones de la orilla izquierda, donde se situaría el arrabal de la Saqunda, habitado por comerciantes y artesanos en tiempos de al-Hakam I, que sería saqueado y arrasado; luego usado como cementerio, hasta finales del siglo XV, cuando se llamaría campo de la Verdad y surgió allí el arrabal de los Corrales (Muñoz Molina 1991, 67). También se observan pequeñas embarcaciones navegando entre el molino de Martos y el puente, en el llamado Tablazo de las Damas, zona que permitía el baño y el paseo en barcas. Aguas abajo del puente se dibujan la Albolafia y los tres molinos, llamados hoy de Don Tello (o Pápalo Tierno), de Enmedio y de San Antonio, nombres que usaremos para citarlos. Destaca la abundante vegetación existente su entorno, hoy convertido en el «paraje natural Sotos de la Albolafia». La Albolafia se encuentra desprovista de su rueda (desde 1492) y los otros tres molinos tienen una sola planta y sus ruedas hidráulicas verticales. Además, al ampliar la imagen se puede ver con sorprendente precisión muchos elementos arquitectónicos (escalerillas, huecos, incluso aparejos) cuya información coincide con otros dibujos posteriores o fotos del siglo XIX.

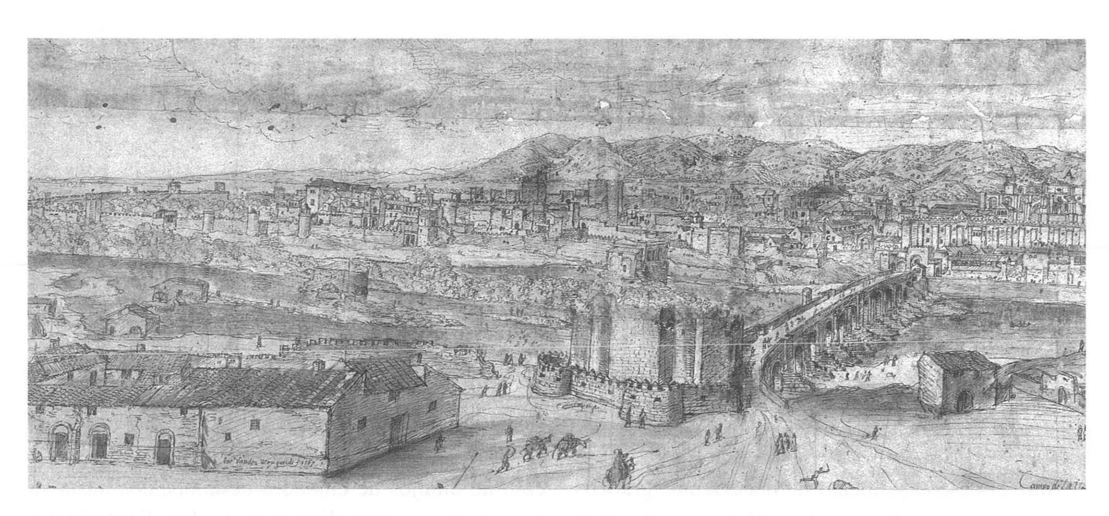


Figura 2 y 3

En la figura 4 se presenta un fragmento de un grabado de Hoefnagel, cuyo dibujo original se realizaría en fechas cercanas al de Wyngaerde, y que se publicó en una importantísima colección con cerca de 500 vistas de ciudades del mundo, conocida como «Civitates Orbis Terrarum», dentro de su tomo V, fechado en 1598. Dicha vista cordobesa tendría gran repercusión internacional, pues la obra tuvo numerosas ediciones en varios idiomas y diversas copias de otros autores de los siglos XVII y XVIII, cuyos curiosos detalles son poco conocidos (Meisner 1624, Pieter van der Aa 1707, etc.). Sin restar mérito a la obra, es fácil constatar que estos dibujos son menos fiables y precisos que los de Wyngaerde. Los dos molinos centrales coinciden con los de dicho autor, pero en el de San Antonio ha desaparecido la rueda vertical, modificándose su acceso desde la ribera derecha. Además, no se dibuja la Albolafia, quizás por error, aunque se vuelve a constatar la existencia de abundante vegetación.

El detalle de la figura 5 pertenece a una vista incluida en la monumental obra de Alexandre Laborde (II, 1812) que cuenta con veintiún imágenes dedicadas a Córdoba, todas dibujadas con gran rigor y precisión, a veces retomando y mejorando otras de finales del siglo XVIII. Esta vista está compuesta con cierta gracia y armonía, aunque los volúmenes de los tres molinos, con una sola planta, causan sensación de estar poco o dudosamente detallados. Las azudas o presas se dibujan de forma clara, así como la compuerta del aliviadero de agua situada junto a la entrada del molino de San Antonio y el puentecillo de pie-

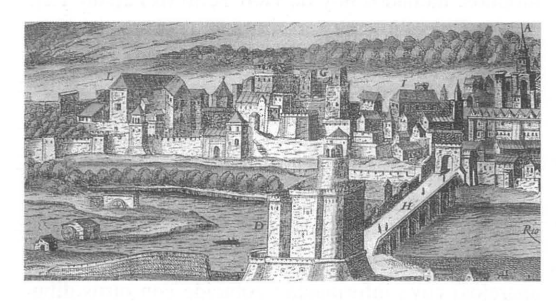


Figura 4

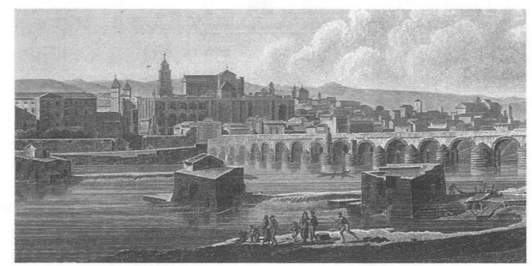


Figura 5

dra que permitiría su acceso. Asimismo se aprecia el despiece de cantería del malecón que lleva desde la orilla al molino, en donde se dibuja la pequeña plataforma que después sirvió de base para ampliar su edificación. En el molino de Enmedio aparece una escalera que arranca desde el agua, posiblemente para el acceso desde barcas o incluso para llegar a pie en épocas de estiaje. En su fachada trasera se aprecian las salidas de los canales donde se alojarían los rodeznos. También se aprecia una pequeña dependencia sobre la sala de las piedras, la troje o almacén donde se guardaba el trigo a la espera de ser molido.

La siguiente vista seleccionada (fig. 6) es un bellísima litografia publicada en 1837 y dibujada en 1833 por David Roberts, famoso viajero escocés y pintor de arquitecturas, que posiblemente usó caja oscura para tomar sus vistas, aunque en ocasiones las manipulaba o reconstruía con gran maestría por razones puramente pictóricas, por lo que sus obras deben analizarse con especiales precauciones. Destaca el claro estado de abandono de los tres molinos harineros, que han perdido definitivamente sus ruedas hidráulicas verticales. En el costado del molino central se aprecia el arco de medio punto junto al que se situaba la rueda y el lugar de penetración del eje hacia el interior de la sala que alojaba la maquinaria de la molienda. El molino de Pápalo Tierno es el único que hasta la fecha presenta un claro recrecimiento de su edificación. Por otra parte se detallan los gruesos muros del molino de San Antonio (en forma de U con el «tajamar» en arco para desviar la fuerza de la corriente...) y la explanada antes citada junto a su acceso, con una pasarela de madera sobre el agua. En la fachada, sobre la puerta adintelada con viga de madera, se sitúa una hornacina con una pequeña imagen y a su izquierda hay un hueco de ventana desvencijado. Esta composición se mantendrá tras las obras de consolidación y ampliación del molino que se reflejan en una postal de finales del XIX que veremos después. También se detalla la ejecución de las azudas o presas con estacas hincadas y trasdosadas con tierra; y no con firmes obras de fábrica, más propias de un río caudaloso, como ocurría en los cercanos molinos de Martos o de Don Lope, ambos aguas arriba.

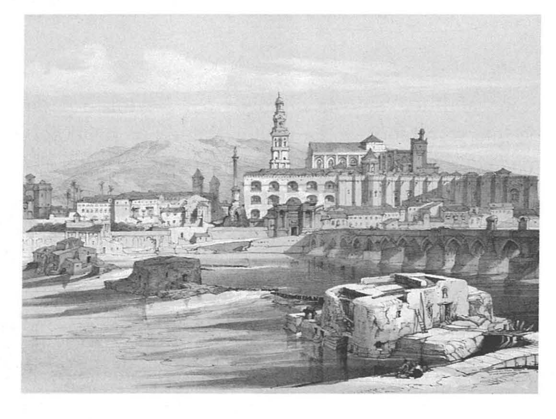


Figura 6

Con las figuras 7 y 8 se comparan la vista de la Albolafia dibujada por Roberts, citada por diversos autores, con otra menos conocida publicada por el barón Taylor pocos años antes (h. 1827–1832). Ambas documentan con precisión el estado del edificio desde un punto de vista poco frecuente, aguas abajo con el puente de fondo. En ambas se observa la calzada que bordea la orilla derecha, construida por Abd al-Rahman II en el año 827, que también debió levantar la puerta denominada «bad al-Sudda», derribada en 1822 (Ramírez de Arellano 1904, 195–196), cuyo nombre indica la existencia de una «sudda» o «sudd», «azud» o «azuda», es decir una presa para elevar el nivel del río junto a ruedas hidráulicas o molinos. Dicha puerta se uniría a la Albolafia mediante grandes arcos cuyos arranques se observan en estas vistas y que fueron descritos por Gómez Moreno (1906, 23): con altura de unos 6 metros, sobre ménsulas de piedra, con dovelas de sillería de gran tamaño formado arco de herradura; mientras los muros se formaban con grandes sillares aparejados a soga y hasta con finos tendeles (Menéndez Pidal 1957, 375). En ambas imágenes se aprecian muros calados por arcos de herradura que avanzan sobre el río al objeto de encontrar un mayor caudal (Torres Balbás, 1940, 201). No obstante, entre ambas vistas existen singulares diferencias. Taylor dibuja obras de mampostería que arrancan bajo el nivel del agua y no incluye la rueda vertical. Por el contrario, Roberts dibuja una rueda vertical que parece ser una rueda de molino, con menor tamaño (unos 3 o 4 metros) que la que necesitaría la Albolafia para ascender el agua hasta el canal situado sobre los arcos citados. Además, llama la atención la edificación más alejada de la ribera, que Roberts dibuja apoyada sobre una es-

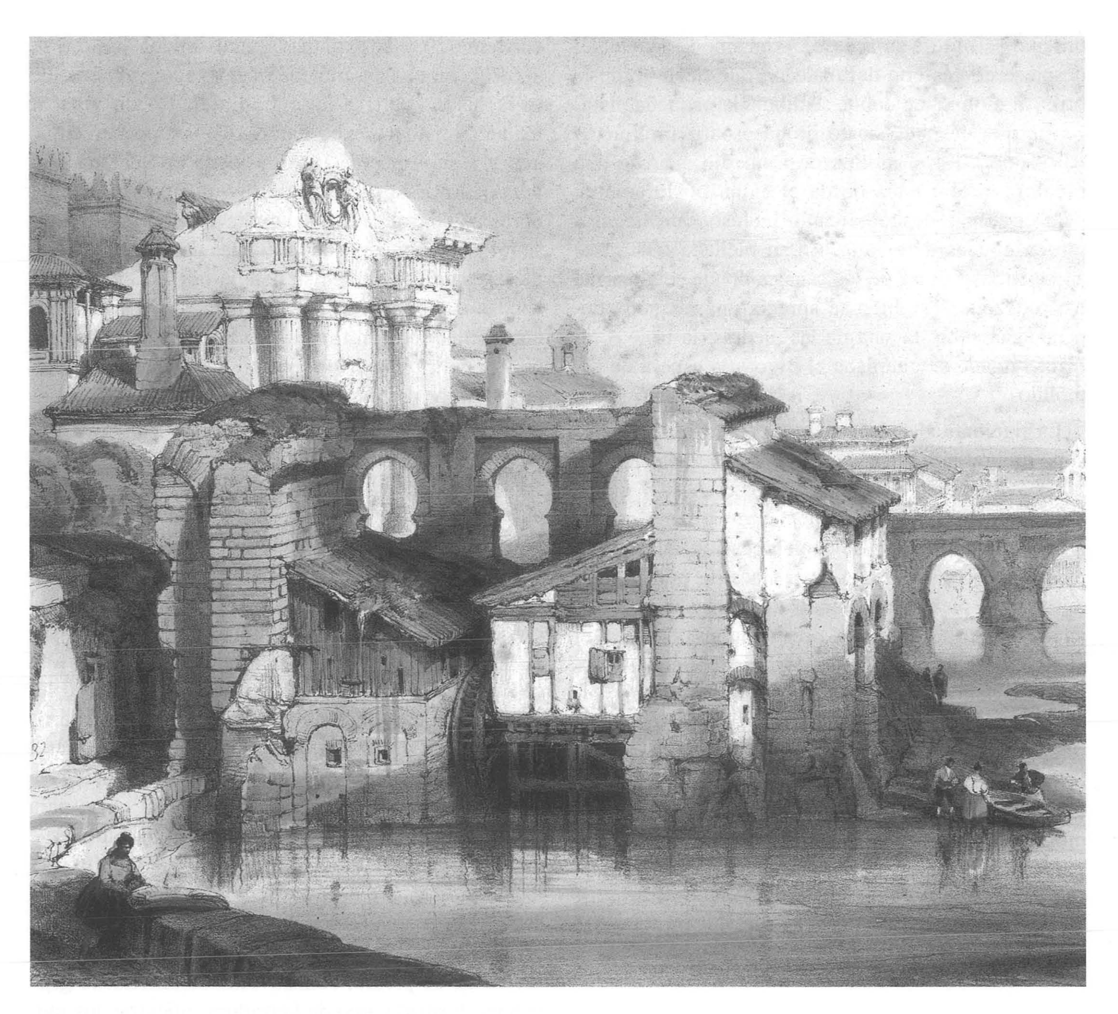


Figura 7

tructura palafítica de madera, y que Taylor no recoge. La precisión con la que se dibuja dicha estructura, con sus vigas principales perpendiculares al muro de apoyo, las correas separadas unos 30 o 40 centímetros y otros detalles podrían dar credibilidad a esta solución, por otra parte inusual en los molinos construidos en el Guadalquivir. Debe tenerse en cuenta que si se tratase de un molino, sólo el volumen más cercano a la ribera permitiría la instalación del sistema de entruesca y linterna necesario en su interior. Una fotografía de J. Laurent (fig. 12) de la segunda mitad del siglo XIX corrobora que no existía la solución palafítica, sino la dibujada por Taylor, a pesar de que su dibujo parece menos fiable por sus deformadas proporciones. Según se ha dicho, no sería extraño que Roberts manipulase la situación real de edificio, idealizándolo o reinventándolo de forma pictórica, e incorporando una pequeña rueda que tampoco aparece en la vista de Vivian que se cita después.

La figura 9 muestra la Albolafia en un grabado que se basa en otro dibujo de Roberts tomado en la misma fecha, aunque pertenece a otra publicación, incluyendo el título «Prisión de la Inquisición», con

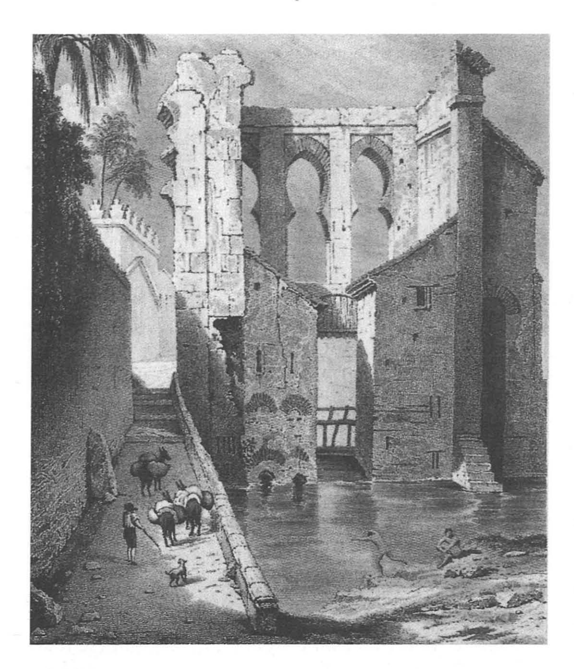


Figura 8

el río, la Albolafia y el Alcázar como fondo. Históricamente la zona de los molinos ha estado vinculada a muertes y ajusticiamientos: bordeando la muralla que prolongaba el rasif o paseo de la ribera, donde en tiempos del califato se exhibían los cuerpos de los ajusticiados. Aguas abajo, en las isletas cercanas al puente se quemarían a los infelices sentenciados por la Inquisición (Ramírez de Arellano y Gutiérrez [1873] 1985). En primer plano aparecen personajes caminando sobre el malecón, embarcaciones y «nasas» de pescadores. Dichos datos, así como la configuración arquitectónica de la Albolafia, concuerda con otros autores, aunque el paisaje que la rodea parece reinventado con singular audacia (jardines, murallas, torres, acueductos…).

Un gran dibujante londinense, George Vivian, tomó otra exquisita vista de la Albolafia desde el puente (figura 10) mostrando con gran precisión sus detalles, volúmenes, cubiertas, etc., ya que seguramente usaría recursos pre-fotográficos. En el cuerpo inferior de su arco central se situaba un puentecillo que permitía el paso desde el paseo del arrecife hacia las isletas con frondosa vegetación. También se dibujan estacas hincadas (ya comentadas) y destaca la ausencia de la rueda vertical, según la vista de Taylor citada. Aunque sería frecuente que muchos grabados sobre ciudades y monumentos de la época se ambientasen con personajes inventados, en este caso Vivian dibuja pescadores con cierta credibilidad, pues se sabe que estos canales se denominaban en época medieval «canales de pesquería» y se arrendarían junto con los molinos para dicho uso (Córdoba de la Llave 1988).

La panorámica del arquitecto Alfred Guesdon (figura 11) dibujada hacia 1853–55, tiene la importancia de ser la primera representación de la ciudad de

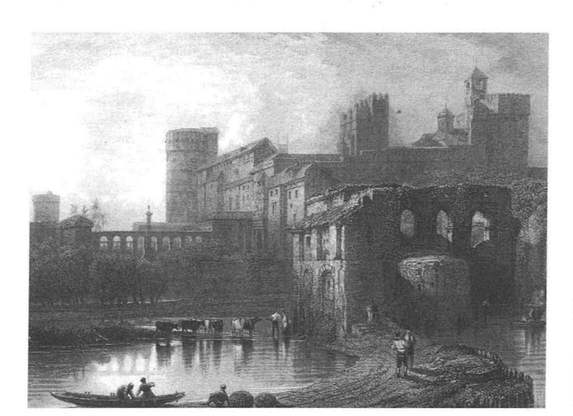


Figura 9



Figura 10

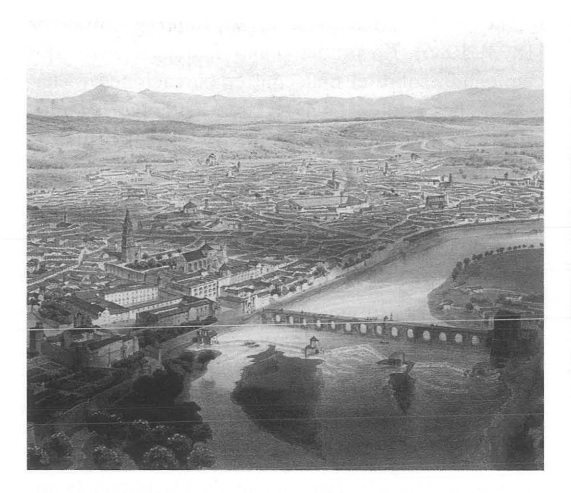


Figura 11

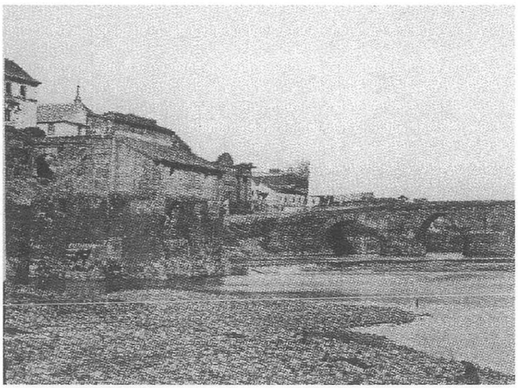


Figura 12

Córdoba desde un punto de vista aéreo; que además cuenta con una gran exactitud documental, pues existen pruebas de que sus dibujos serían calcados de fotos tomadas por Clifford desde un globo aerostático (Gámiz Gordo 2004). El encuadre elegido incluye los elementos que configuran casi todas las vistas cordobesas: el río y sus molinos en primer plano y la ciudad amurallada al fondo. La base fotográfica del dibujo permite su ampliación para constatar detalles de anteriores imágenes. Así por ejemplo, en las isletas del río se encuentra la frondosa vegetación dibujada por Vivian, así como la alameda que recogía el paseo del arrecife y que bordeando la muralla del Alcázar llegaba hasta el molino de San Rafael. Se reflejan con gran exactitud todas las edificaciones del entorno de la Albolafia, especialmente las del Alcázar.

En la segunda mitad del XIX se multiplicaron los testimonios gráficos de diversos fotógrafos. Como muestra se ha elegido un trozo de una panorámica de Laurent que incluye todo el puente (fig. 12) y el edificio de la Albolafia, cuya configuración coincide con el anterior grabado de Taylor. En el otro extremo de la panorámica, que aquí no se reproduce (véase *catálogo* 1998) aparece el molino de Don Tello, ampliado con una planta más levantada sobre su estructura inicial.

Hacia 1895 la casa Hauser y Menet publicaba excelentes reproducciones fotográficas en tarjetas postales, como la que nos muestra los molinos de Enmedio y San Antonio (fig. 13). Se observa la ampliación de éste último, ocupando la mencionada explanada que existía junto a su acceso, con una nueva fachada que repite de forma casi mimética la original (se traslada la puerta, la hornacina y la ventana). También destacan importantes actuaciones en los bordes de este canal que enlazan con el antiguo malecón. Estas obras reflejan que este molino se mantenía en uso a principios del siglo XX. Incluso en otras postales de dicha época (algo posteriores) de la madrileña casa Grafos, los molinos de San Antonio y de Don Tello aparecen con una planta más. No obstante el molino de Enmedio, con un acceso más complicado desde la ribera, aparece ya en un ruinoso estado con el que ha llegado hasta nuestros días.

Por último se ha elegido una foto de autor desconocido (archivo Espasa) fechada hacia 1905 (fig. 14)

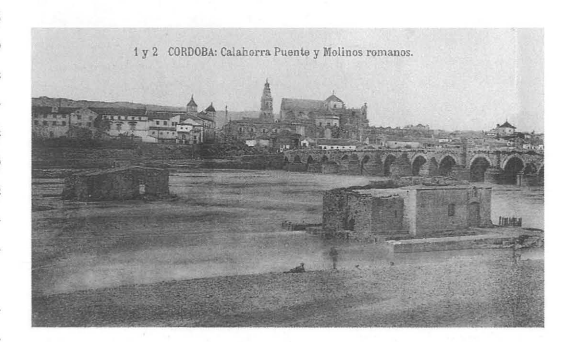


Figura 13



Figura 14



Figura 15

que muestra la ejecución de obras de excavación y consolidación de la Albolafia, apreciándose con singular exactitud sus elementos constructivos, y especialmente el cuerpo que posteriormente sería demolido con motivo de las obras de ampliación de la circunvalación situada en la margen derecha.

Conclusiones básicas

Según lo dicho, podría afirmarse que Córdoba ha sido una ciudad que ha vivido de espaldas al Guadalquivir: las edificaciones que perduran en el río, los molinos y la Albolafia, parecen desconocidas u olvidadas por la propia ciudad. La calificación de dicho entorno como «parque natural de los Sotos de la Albolafia» tampoco ha beneficiado la identidad de estas construcciones, hoy perdidas o confundidas con la vegetación del parque. Gastadas por la furia de las inundaciones, desarraigadas de su primitiva función y por el abandono, permanecen como elementos de un paisaje que siempre las ha considerado menores; aunque no por ello han dejado de ser parte esencial de la imagen que se llevan quienes se acercan a conocer la ciudad (fig. 15).

Sin demandas de la ciudadanía para su recuperación, la Administración parece necesitar iniciativas que impulsen la restitución del patrimonio, importante en cualquier caso, imprescindible en este caso cordobés. Para mantenerlo vivo es urgente tomar conciencia de su valor, abordando nuevas y más profundas investigaciones. En todo caso, el análisis y la difusión del valioso legado gráfico heredado debería enriquecer las futuras actuaciones urbanísticas y arquitectónicas, que podrían abarcar desde la consolidación e iluminación de las edificaciones, hasta la recuperación de la tecnología hidráulica usada para la molienda; aportando así nuevos referentes turísticos y educacionales a una ciudad ya de por sí llena de historia.

Lista de referencias

Bibliografía sobre las imágenes cordobesas seleccionadas (orden cronológico)

Caro Baroja, J. 1958. La ciudad de Córdoba desde la orilla izquierda del Guadalquivir, según un sello del siglo XIV, Al-*Andalus, 23*, 1.

Hoefnagel, J. h. 1598 (t.V). *Urbium praecipuarum mundi theatrum* [conocido como *Civitates Orbis Terrarum*, t.I, 1572]. Colonia: J. Brawn y F. Honeberg.

Kagan, R. L. [1567] 1986. *Ciudades del siglo de oro. Las vistas españolas de Anton van der Wyngaerde.* Madrid: El Viso.

Galera i Monegal, M. 1998. *Antoon van den Wijngaerde, pintor de ciudades y de hechos de armas en la Europa del Quinientos. Cartobibliografía razonada de los dibujos y grabados, y ensayo de reconstrucción documental de la obra pictórica.* Fundación Carlos de Amberes, Institut Cartografic de Catalunya.

Laborde, A. 1812 (tomo II). *Voyage pittoresque et historique de l'Espagne*, París.

Taylor, I. J. S. 1832. *Voyage pittoresque en Espagne, et Portugal, et sur la cote d'Afrique.* París.

Roberts, D. 1837. *Picturesque sketches in Spain.* Londres: Hodgson & Graves.

Roberts, D. (dib.) y Roscoe T. 1835–38. *Jennins lanscape.* Londres: R. Jennings.

Vivian, G. 1838. *Spanish Scenery.* Londres.

Guesdon, A. h.1853. *L'Espagne a vol d'odiseau.* París: Hauser y Delarue.

Catálogo. 1998. *La Andalucía del siglo XIX en las Fotografías de J. Laurent y Cª.* Junta Andalucía.

Carrasco Marques, M. 1992. *Catálogo de las primeras tarjetas postales en España impresas por Hauser y Menet (1892–1905).* Madrid.

García Verdugo, F. R. y C. Martín López. 1994. *Cartografía y fotografía de un siglo de urbanismo en Córdoba 1851/1958.* Córdoba: Ayuntamiento de Córdoba.

Cosano Moyano, F. 1999. *Iconografía de Córdoba.* Córdoba: Caja Sur.

Bibliografía general

Barrios, J; L. Montealegre y M. Nieto. 2002–03. Azudas en el Guadalquivir y Guadajoz: Historia y materiales de construcción empleados. *Actas del III Congreso de Historia de Andalucía.* 261–274

Caro Baroja, Julio. 1983. *Tecnología popular española.* Madrid: Editora Nacional.

Córdoba de la Llave, R. 1988. Aceñas, tahonas y almazaras: Técnicas industriales y procesos productivos del sector agroalimentario en la Córdoba del siglo XV. *Hispania* 47 (sep-dic. 1988) nº 170: 827–874. Madrid.

Córdoba de la Llave, R. 2003. Los molinos hidráulicos de la cuenca del Guadalquivir a fines de la Edad Media: instrumental y equipamiento técnico. *Anuario de Estudios medievales* 33/1: 291–337.

Fernández Casado, C. 1973. Historia del puente en España. *Informes de la Construcción* nº 250. (Madrid: Patronato de Investigación Científica y Técnica «Juan de la Cierva», C.S.I.C.)

Foulche-Delbosch, R. [1880] 1991. *Bibliographie des voyages en Espagne et en Portugal.* París (facsímil J. Ollero editor, Madrid).

Gámiz Gordo, A. 1998. Alhambra. Imágenes de Arquitectura. Aproximación gráfica a la evolución de su territorio, ciudad y formas arquitectónicas. Tesis doctoral inédita, Dpto. Expresión Gráfica Arquitectónica, E.T.S.A de Sevilla.

Gámiz Gordo, A. 2004. Paisajes urbanos vistos desde globo: dibujos de Guesdon sobre fotos de Clifford hacia 1853–55. *Revista EGA*, nº 9: 110–117. Valencia.

Gómez Moreno, M. 1906. Excursión a través del arco de herradura. *Cultura Española*, I-IV. Madrid.

González Tascón, I. 1987. *Fábricas hidráulicas españolas.* Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas CEHOPU.

Nieto Cumplido, M. [1980] 1983. *Corpus mediaevale cordubense.* Córdoba: Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba.

Nieto Cumplido, M. y C. Luca de Tena Alvear. 1992. *La Mezquita de Córdoba: Planos y dibujos.* Colegio Oficial de Arquitectos de Andalucía Occidental.

Muñoz Molina, A. 1991.*Córdoba de los omeyas.* Editorial Planeta.

Menéndez Pidal, R 1957. *Historia de España: España musulmana 711–1031.* Tomo V

Moral Ituarte, L 1991. *La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir (siglos XVIII-XX).* Sevilla: Universidad de Sevilla, COPUT y Ministerio de Agricultura.

Pavón Maldonado, B. 1990. Ruedas hidráulicas. *Tratado de arquitectura hispanomusulmana, Agua, (t. I).* Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Ramírez de Arellano y Gutiérrez. [1873] 1985. *Paseos por Córdoba o apuntes para su historia.* Córdoba: Librería Luque de Córdoba.

Torres Balbás, L. (1942) 1981. La Albolafia de Córdoba y la gran noria toledana. *Crónica de la España musulmana VI. Obra Dispersa I.* Instituto de España.

Torres Balbás, L. (1940) 1981. Las norias fluviales en España. *Crónica de la España musulmana VI. Obra Dispersa I.* Instituto de España.

Torres Balbás, L. (1952) 1982. Bab Al-Sudda y las zudas de la España oriental. *Crónica de la España musulmana XXX.* Obra Dispersa I. Instituto de España.

Torres Balbás, L. 1949. Arte almohade, arte nazarí, arte mudéjar. *Ars Hispaniae. Historia del arte hispánico*, t.V. Madrid: Plus Ultra.

Henri Thunnissen. Estudioso de la construcción abovedada y arquitecto

Rafael García

El libro *Gewelven. Constructie en toepassing in de historische en hedendaagse bouwkunst* (Bóvedas. Construcción y aplicación en la arquitectura histórica y en la actual) del arquitecto neerlandés Henri Thunnissen (1950a) puede considerarse como un auténtico canto de cisne sobre la temática de las bóvedas y cúpulas de fábrica. Publicado en 1950 en Ámsterdam por la editorial Ahrend en Zoon cuando ya la nueva técnica del hormigón armado había desplazado casi totalmente la práctica tradicional de construcciones abovedadas, despertó sin embargo todavía bastante interés en su momento entre los círculos profesionales de su país.[1] Fuera de los Países Bajos, por el contrario, no parece haber tenido una repercusión significativa y muy probablemente, su exclusiva edición en neerlandés contribuyó a lo limitado de su difusión y desde luego a su casi total ignorancia en el mundo hispano hablante. No obstante, por su amplitud y profundidad, por la claridad pedagógica de su exposición y por aunar en él no solo los aspectos descriptivos sin también los constructivos e históricos resultó ser una obra ejemplar y por ello incomprensiblemente olvidada.[2] Con este trabajo pretendemos en realidad un doble objetivo. Por un lado dar a conocer dicho tratado, y por otro lado aproximarnos a la figura de su autor. Parecía de justicia dedicar también cierto esfuerzo de investigación para indagar en la personalidad y trayectoria de alguien que tanto empeño había puesto en transmitir lo mejor de un mundo constructivo prácticamente en desaparición.

Gewelven, fue concebido principalmente como un libro de recopilación de toda la historia de este tipo de construcciones y con él su autor quiso rendir homenaje a estos singulares elementos de cubrición que tanto protagonismo habían tenido en la arquitectura anterior al siglo XX.[3] Con ello dejó también constancia de casi toda una vida dedicada a su estudio, surgida de una íntima necesidad y a la que resolvió dar forma en un libro. Debe resaltarse a este respecto que fue un afán puramente personal, ya que Thunnissen no tuvo responsabilidades docentes en centros de enseñanza de arquitectura. No se trató por tanto de ningún encargo u obra destinada a un ámbito académico concreto. El esquema seguido en *Gewelven* fue, como dijimos, el de una extensa recapitulación sobre el tema incluyendo en sus trescientas cincuenta y una páginas el estudio de los principales y mejores ejemplos conocidos de bóvedas y cúpulas. Su recorrido partió desde las primeras civilizaciones en que estas cubriciones fueron sistemáticamente desarrolladas, es decir desde el área de Mesopotamia, hasta los últimos grandes experimentos de la época barroca tardía y el neoclasicismo, pero incluyendo también una rica colección de ejemplos más actuales y que para él marcaban una trayectoria todavía viva para esta técnica.

Antes de proceder a adentrarnos más profundamente en los contenidos, se ha de decir que se trata de un libro ampliamente ilustrado, incluyendo 139 láminas de ilustraciones alternadas entre las exclusivamente de texto, y que para ello recurrió funda-

mentalmente a dibujos de su propia mano, completados esporádicamente con algunas fotografías. En cuanto a éstas, principalmente de interiores, tuvieron más bien un papel de complemento en la presentación de algunas soluciones. Los dibujos por su parte, sencilla y gratamente elaborados, presentan una total unidad de factura y estilo desde la primera a la última ilustración y es destacable la economía de medios, limitándose al dibujo a línea a mano alzada con gran precisión y elegancia. La intención es siempre pedagógica y a favor de la claridad eliminando cualquier elemento superfluo. Acompañando dichos dibujos hay siempre una abundante cantidad de notas y pies de ilustraciones, rotuladas meticulosamente a mano y siempre con el mismo estilo caligráfico. Desde un punto de vista compositivo, estos textos contribuyen al aspecto visual de cada lámina, creando bloques o líneas en general bellamente equilibrados con los dibujos. Pero aún más interesante, y ya desde el punto de vista de la organización de la obra, fue que permitían una especie de doble discurso complementario a las páginas de texto tipográfico, resumiendo o resaltando las cuestiones más importantes. Esto fue especialmente destacable, por ejemplo, en la presentación de construcciones singulares, en donde el texto manual que acompaña los dibujos fue especialmente extenso. Un aspecto final de interés de las páginas de ilustraciones es que en ellas siempre reflejó su fuente, lo que permite muy cómodamente, hacer el repaso de las referencias de autores manejadas a lo largo del libro. Salvo en los dibujos concebidos de manera propia las atribuciones siempre lo son de manera inequívoca, independientemente de que en dichos casos, como se ha indicado, no se presentaron los dibujos originales sino su propia versión redibujada. Hubo por tanto también una intencionada reinterpretación o selección de dichas fuentes originales, adaptándolas a los fines de su propio discurso.

Thunnissen organizó su libro en cinco capítulos de los cuales los tres primeros pueden considerarse

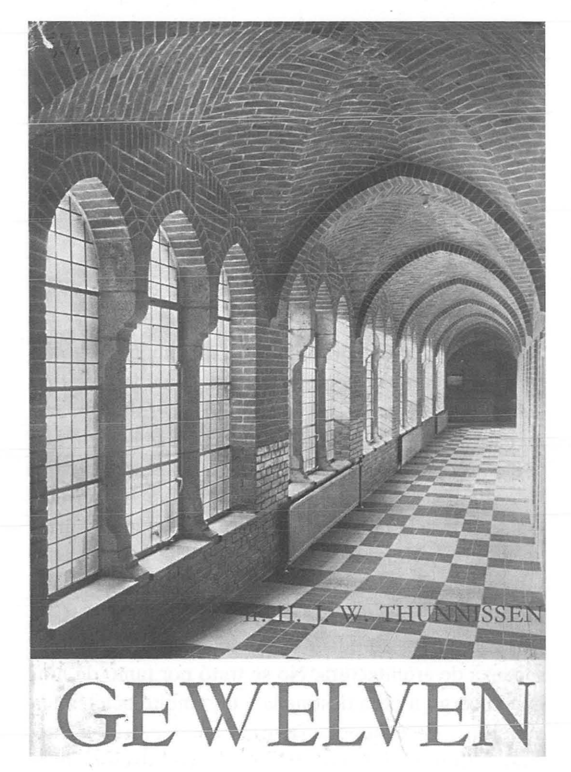


Figura 1

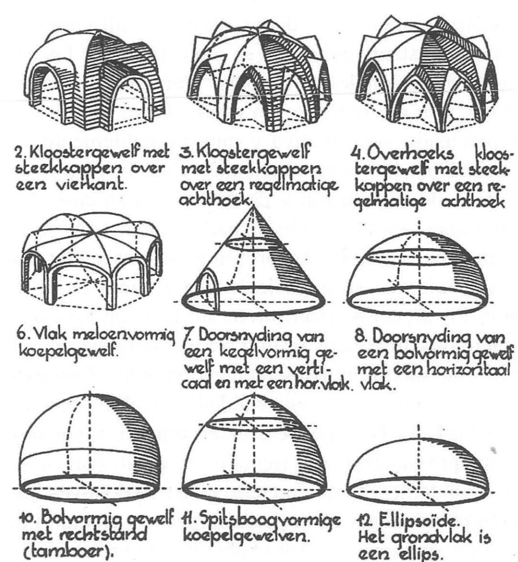


Figura 2

una especie de introducción al cuarto, titulado «De gewelfbouw in de loop der tijden» (La construcción abovedada a lo largo de los tiempos), y verdadero núcleo fundamental de la obra con sus 228 páginas. Un quinto y último capítulo denominado «la investigación de la estabilidad de las bóvedas» pone fin al libro acompañado de una bibliografía por apartados y un registro de nombres citados en texto. La necesidad de los cuatro capítulos de acompañamiento se deduce de su propia comprensión de los problemas involucrados, «los cuales . . . pueden casi siempre reducirse a los terrenos matemático, constructivo y estético».(Thunnissen 1950a, 1) En consecuencia, los tres capítulos previos fueron titulados, problemas de naturaleza matemática, problemas de naturaleza constructiva y problemas de naturaleza estética respectivamente. Una ojeada al primero de ellos muestra en apariencia una exposición relativamente clásica de aspectos geométricos y construcciones gráficas referentes a las distintas formas abovedadas. No obstante, la selección de casos y la coherencia de tratamiento hacen que sea en realidad una muy didáctica síntesis de soluciones prácticas reales, evitando plantear problemas meramente especulativos o teóricos. Puede citarse a este respecto por ejemplo el trazado de las bóvedas de arista, en las que los arcos diagonales siguen siempre el trazado semicircular tan habitual en la práctica. O también el uso de la denominada cuña de Wallis, en realidad un tipo de conoide muy útil para la formación de lunetos en superficies cilíndricas y toroidales. Como sucederá en el resto del libro, su inspección detallada muestra que desde luego no se trata de una simple reproducción de clichés o figuras manidas.[4]

Semejante orientación práctica tuvo también el segundo capítulo en donde tras breves consideraciones sobre la relación de las bóvedas con el resto de elementos y sobre los materiales de las mismas, se pasa a comentar el proceso de su construcción. De una manera también muy gráfica y visual se explican las correctas soluciones de arranques, despieces y coronaciones de arcos, continuando con la descripción de cimbras y métodos de descimbrado. Ungewitter (1901) y C. Körner (1901) son aquí citados inaugurando las abundantes referencias consignadas en sus láminas. Continuando con la mencionada intencionalidad práctica, los estudios de bóvedas de cañón oblicuas de este capítulo, que quizás pudieran parecer soluciones un tanto excepcionales, se justificarían por ejemplo, por su frecuencia en casos de puentes, tan presentes en ciudades holandesas. Un interesante tratamiento reciben, así mismo, algunos casos concretos de bóvedas para escaleras de caracol.

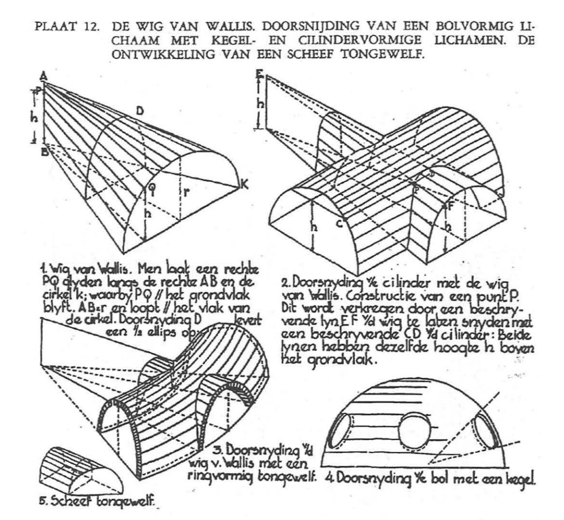


Figura 3

Mucho más corto es sin embargo el capítulo sobre los problemas de naturaleza estética, al que solo se dedican dos páginas. Le sirven para mencionar no obstante la importancia de aspectos como las proporciones del espacio interior o la continuidad y relaciones entre bóveda y muro. De notar es también por ejemplo, el interés concedido a la factura y acabado, con una alabanza del trabajo manual y sus necesarias imperfecciones como elementos importantes para alcanzar efectos estéticos. Lo son así mismo la forma y dirección de las juntas, considerados como «un medio en las manos del constructor de bóvedas para alcanzar esos efectos» (Thunnissen 1950a, 58). Su conclusión, en la línea recién descrita, pone de relieve su admiración por las soluciones de la antigüedad y visibles muy notablemente en el arte constructivo persa, «el cual muestra tal número de hallazgos que uno no sabe qué más admirar: la maestría con que el albañil supo crear las formas o las variaciones en la posición de los ladrillos, la alternancia en la aplicación de ladrillos vidriados y

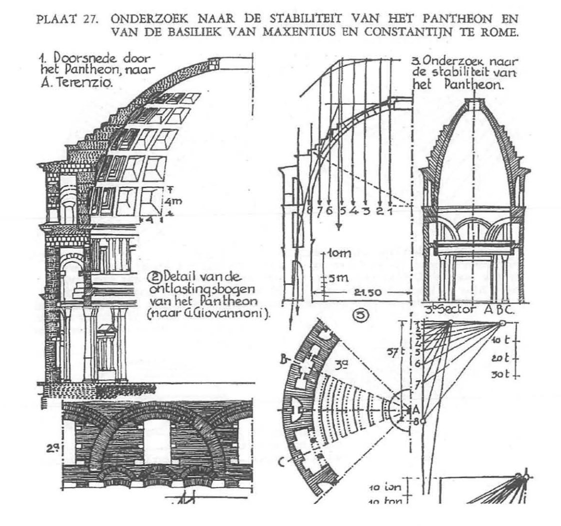
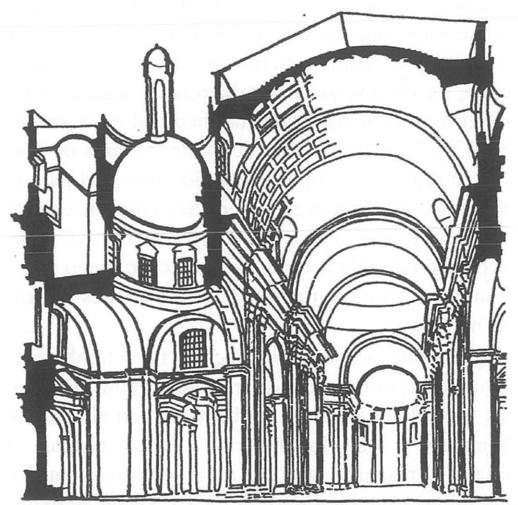


Figura 4

los cuales «dispusieron de muchos medios auxiliares, tuvieron madera y otros materiales en abundancia, y pudieron poner a trabajar prisioneros de guerra, esclavos y pobladores de los territorios conquistados en gran número»(Thunnissen 1950a, 59). Así mismo resalta cómo éste nuevamente contrastó con el arte constructivo de Bizancio, el cual «creó una nueva forma abovedada...que pudo realizarse a mano y sin apoyo, es decir sin cimbras», (Thunnissen 1950a, 60) o con el de Persia, con el hallazgo «de dar a las bóvedas una forma peraltada...la cual es la mejor y más económica forma para una bóveda de cañon»(Thunnissen 1950a, 61).

Dentro de estas páginas introductorias, en las que prosiguen sustanciosos comentarios sobre las concepciones y temperamentos del mundo medieval, renacentista y barroco, destacaríamos especialmente sus consideraciones sobre las posibilidades normales o el gusto con el que son solucionados todos los posibles encuentros complicados y vuelos» (Thunnissen 1950a, 58).

Naturalmente es imposible en estas pocas líneas dar cuenta de toda la extensión y matices tratados en el que, como indicamos, es el capitulo central de la obra. Para su redacción recurrió prácticamente a las fuentes más autorizadas hasta el momento en cada apartado, dando lugar a una síntesis en la que éstas se destilan en un precipitado denso en conceptos y observaciones. No obstante, ello no hace del libro una acumulación casuística, ya que entre otras cosas las páginas de texto que acompañan a las láminas aportan abundante información complementaria y de contexto. Especial mención a este respecto hay que hacer a las primeras doce páginas del capítulo en las que se describen sin ilustraciones las características generales de la construcción abovedada en cada una de las áreas y épocas contempladas en la exposición detallada posterior. Dichas páginas son de gran interés en cuanto condensan buena parte de su pensamiento en relación al tema, además de ofrecer una preciosa síntesis de conceptos constructivos e ideales estéticos de las diferentes épocas. A través de ellas queda evocado cómo por ejemplo, Egipto y Mesopotamia desarrollaron la técnica de construcción a mano y sin cimbrado frente al caso de los romanos,



1. Kerkinterieur St. Pieter te Rome. Het tongewelf wordt verstyfd door zeer brede gordelbogen. De kleine koepels boven de zykapellen schoren het tongewelf. Dit wordt nog verstyfd door steekkappen. De muren zyn dik, zodat zy tegen enige zydruk bestand zyn.
1-4. Naar Lömpel.

Figura 5

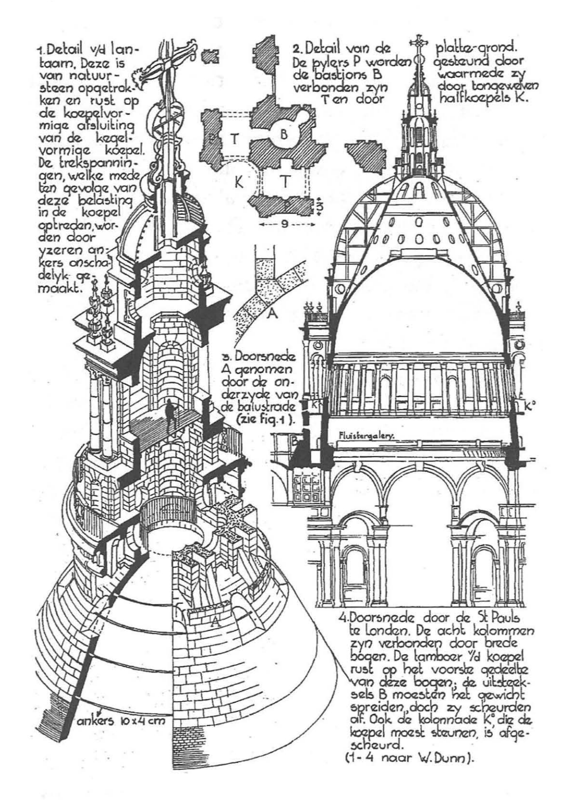


Figura 6

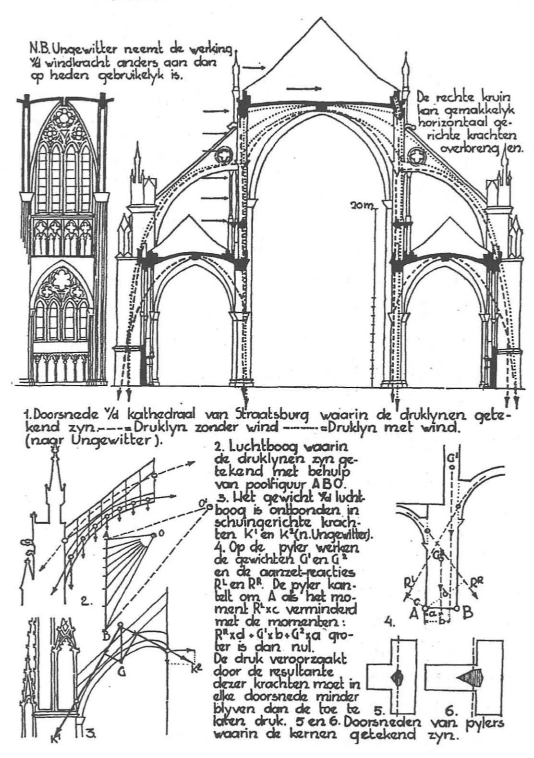


Figura 7

> Además la construcción abovedada se presta a ulteriores desarrollos. Por nuestro conocimiento de la matemática y su aplicación en la construcción de bóvedas estamos en condiciones de hacer bóvedas con más seguridad, porque podemos determinar por adelantado mejor que antes si la firmeza será suficientemente grande.
> Un ejemplo lo da la moderna construcción de cúpulas, en las que la experiencia obtenida con las bóvedas de pequeño espesor del Renacimiento se aprovecha para aplicaciones modernas. Junto a ello juegan además un papel materiales de ayuda como el hormigón o el acero (Thunnissen1950a, 69).

Tampoco olvida las posibles oportunidades respecto del significado para este tipo de construcciones: «Es posible e incluso probable que un nuevo desarrollo con aspectos de gran interés esté frente a nuestras puertas. Y no es temerario esperar que modernos ideales puedan encontrar una solución satisfactoria mediante la construcción abovedada». (Thunnissen 1950a, 69) Finalmente anotamos su interés en mostrar la necesaria correlación entre técnica e historia: «El conocimiento de los procedimientos técnicos es imprescindible para tener una buena comprensión de un periodo determinado. Así, también el estudiante de historia del arte está obligado a estudiar la construcción abovedada». (Thunnissen 1950a, 70)

El resto del capítulo prosigue con la división en los siguientes cinco apartados a los que se dedica atención pormenorizada: la construcción abovedada romana, la bizantina, persa, islámica e india, estas cuatro últimas en un mismo apartado, la de la Edad Media, la del renacimiento y barroco y finalmente, la de nuestra época. En todos ellos, como dijimos, son abundantes las referencias de fuentes, y autores como Rondelet, Viollet, Choisy, Durm, Dehio o Bannister Fletcher, por nombrar solo los más famosos,

son citados y utilizados a menudo, completándose con otros más de setenta estudiosos de referencia. En apartados concretos podemos encontrar nombres como Guadet, L. Canina, Fergusson, Letarouilly, C. Gurlitt, J. Burckhardt o el español Puig i Cadafalch, nuevamente aludiendo solo a figuras muy conocidas. Las exposiciones tienen un carácter condensado dada la gran cantidad de material tratado (más de sesenta ejemplos solo en el apartado de Renacimiento y Barroco). Ello no significa sin embargo que no puedan alcanzar un interesante nivel crítico, y un ejemplo de ello puede ser la discusión sobre el Panteón de Roma. En ella muestra cómo la primera mirada cercana de Piranesi influyó en sus sucesores y cómo sus opiniones permanecieron bastante tiempo sin revisarse. En concreto su conclusión sobre la existencia de múltiples niveles de arcos de descarga siguió sosteniéndose por Viollet, Canina y Choisy, y solo las investigaciones más detenidas de G. T. Rivoira (1925), entre otros, mostraron que los arcos de descarga solo existen en la parte baja de la cúpula y no en los niveles superiores como venía suponiéndose. Muy bellas nos parecen asimismo las consideraciones sobre la utilidad y justificación de las nervaduras en el gótico, y particularmente, el análisis, que parece ser propio, de las relaciones entre nervaduras en las bóvedas de las girolas en importantes catedrales francesas y alemanas. En su línea de no descuidar nunca los aspectos constructivos, también el mundo de las bóvedas renacentistas y barrocas es siempre tratado prestando gran atención a las soluciones de contrarrestos. En cuanto a las últimas destacaríamos el interés de su clarificadora exposición sobre materiales y sistemas de arriostrado en ejemplos alemanes.

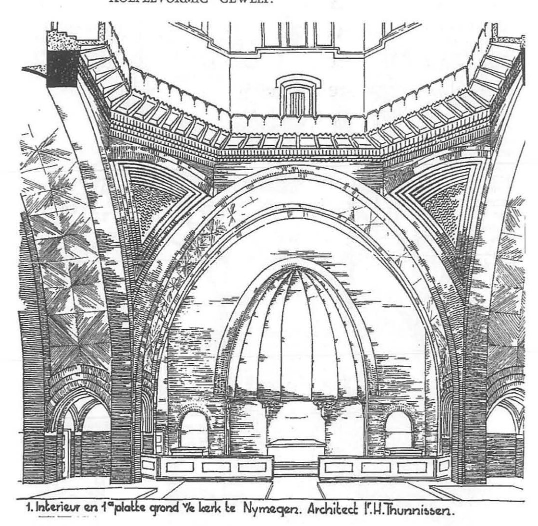


Figura 9

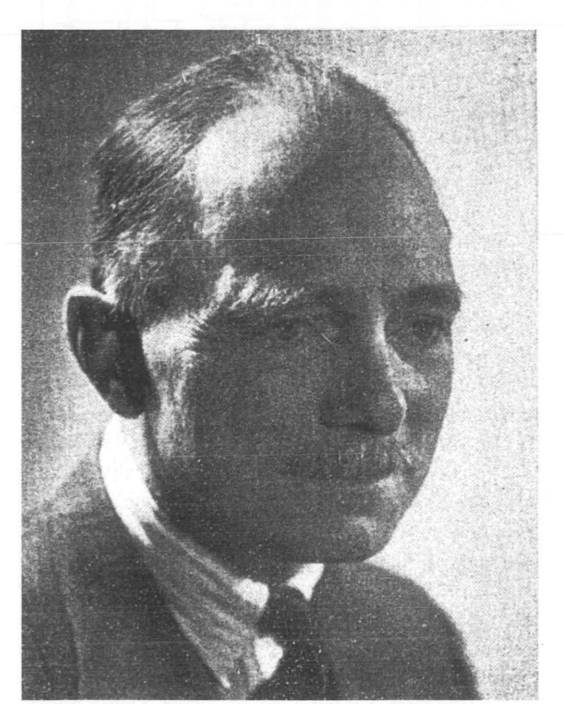


Figura 8

Naturalmente la extensión concedida es muy variable según la importancia de los casos. Por ello las grandes cúpulas históricas son tratadas con mayor detalle. En este aspecto destacan los estudios de Sta. Maria dei Fiori de Florencia con dos láminas exclusivamente dedicadas, pero sobre todo, las dos grandes cúpulas de San Pedro del Vaticano y San Pablo de Londres, consideradas por el autor como cimas de este arte constructivo y a las que dedica tres y seis páginas exclusivas de dibujos respectivamente. Otras dos páginas íntegras corresponden a la cúpula del Panteón de París. En justa relación con el número de dibujos las fuentes más amplias son las de San Pablo:

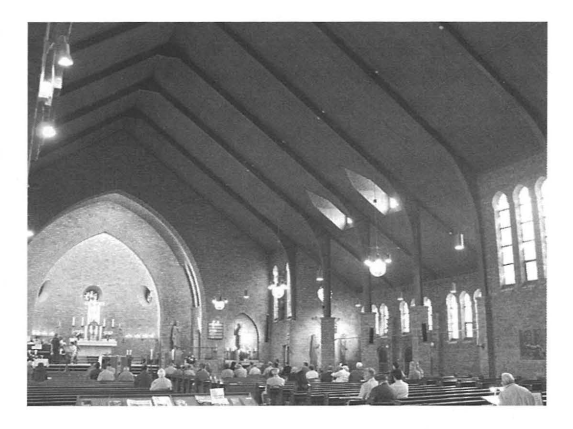


Figura 10

Barman (s.f.), Harvey (1925), Dunn (1908), Macartney (1908), R. B. Brook-Greaves, W. Godfrey Allen y H. Wright y C. G. Sykes, siendo los últimos citados autores de célebres dibujos de la cúpula pero sin referencias ulteriores en la bibliografía. Una lámina sobre los Inválidos de París termina la serie de los ejemplos históricos. Éstos son tan abundantes que es difícil notar ausencias, y solo tras cierto detenimiento se llega a echar en falta la inclusión de las grandes cúpulas otomanas, las soluciones barrocas de Borromini y quizás una mayor presencia de las cúpulas indias.

Como se ha indicado, el capítulo cuarto queda completado con un último apartado referido a ejemplos modernos. Destaca en él en primer lugar el resurgimiento de las bóvedas nervadas asociado al neogótico, con figuras en el ámbito neerlandés como P. Cuypers, A. Teepe, J. Cuypers, Jan Stuyt, W. te Riele o F. Peutz. Su atención sigue después a lo que denomina el influjo bizantino. Éste estaría representado fundamentalmente por Jos y Pierre Cuypers. Sin embargo, y dentro de ésta última influencia general que impulsó la construcción de cúpulas a comienzos del XX, diferencia una primera tendencia marcada por el uso de elementos nervados o costillas con pantallas o láminas ligeras tendidas entre ellas y el más avanzado de la cúpulas-cáscara de fábrica propiamente dichas. A esta segunda línea se aproximarían en Los Países Bajos las ultimas experiencias de J. Cuypers (Iglesia en Beverwijk) y sobre todo las cúpulas de J.van der Valk con ligeras costillas ocultas en el extradós.[5] Como plenamente representativos de cúpulas-cáscara de fábrica quedan reconocidas las realizaciones de los Guastavino en EEUU, pero también, aunque a escala menor, diversos trabajos propios intercalados en las ilustraciones. Como testimonio de soluciones récord posibles con la técnica de abovedados presenta finalmente un proyecto de espacio cupulado de cien metros de diámetro diseñado por el Ingeniero Mäkelt.

El cierre de la obra lo pone el capítulo dedicado a la investigación de la estabilidad de las bóvedas. Se trata de un resumen práctico de aplicación de la estática gráfica para su análisis. En él vuelve a aparecer la esencia de su estilo sintético y didáctico plasmado en estudios de casos concretos que terminan en la descripción del cálculo gráfico de bóvedas de crucería y estrelladas. Su sentido práctico no impide sin embargo que mencione razonamientos teóricos de más alto nivel. Así, además de lo anterior entra en consideraciones sobre el teorema de Castigliano y el principio por el que si es posible un estado de equilibrio, éste se alcanzará realmente. Tanto la hipótesis funicular como la elástica son sometidas a críticas en virtud de sus imprecisiones, nombrando el método de deflexión como un tercer método aplicable. De interés es también la mención del recién creado Laboratorio de Estática de la Construcción en La Haya en 1949. Algunas aplicaciones de líneas funiculares pueden verse también en ejemplos históricos a lo largo del libro.

Llegados a este punto cabe preguntarse por la personalidad de su autor y las razones que pudieron motivar su redacción. En el artículo conmemorativo de G.Westehout sobre el setenta cumpleaños de Thunnissen aparecido en *Bowkundig Weekblad* (*BW*), nos dice que su dedicación al tema surgió por una especie de reto personal, «cuando en el verano de 1915 en su examen final de ingeniero le fue preguntado si sabía algo de bóvedas. Él tuvo que reconocer su ignorancia, pero como consecuencia tanto se dedicó a su carencia, que aún presta atención a su estudio, habiéndolo hecho crecer hasta convertirlo en un manual sobre bóvedas» (Westerhout 1960). En efecto, su interés por la construcción abovedada puede rastrearse en las publicaciones profesionales holandesas y ya en 1924 apareció su primera aportación importante con una serie de cuatro artículos en la revista Klei sobre la iglesia de San Pedro de Roma (Thunnissen 1924). En bastantes aspectos anticipaba lo recogido después en su libro, aunque era aún más extensa en cuanto a datos sobre su proceso histórico. A ellos le sucedió el

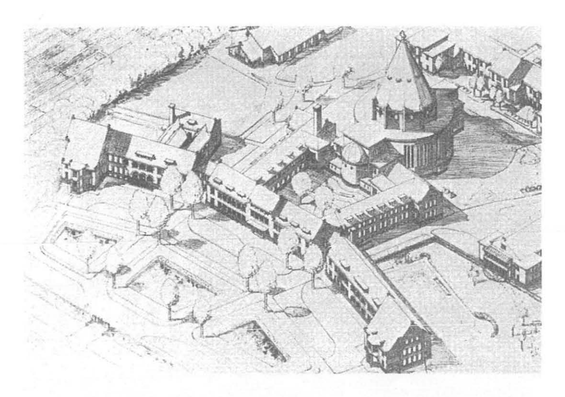


Figura 11

año siguiente un largo estudio sobre la catedral de San Pablo de Londres en la misma revista (Thunnissen 1925). Otra notable contribución fue su artículo obituario sobre J. Th. J. Cuypers, hijo del célebre constructor del Rijksmuseum, en el que ofrecía una documentada síntesis sobre su trayectoria y aportaciones a la construcción de abovedados (Thunnissen 1949a). En ese mismo año ha de destacarse su contribución a la «Historia general del arte» de la editorial De Haan de Utrecht con su capítulo sobre la arquitectura del barroco alemán (Thunnissen 1949b). Aún después de la aparición de Gewelven, que fue precedida por algunos adelantos sobre su contenido en artículos publicados en BW, realizó alguna otra aportación de interés, como su artículo sobre la construcción de la cúpula de San Pedro con motivo del año santo (T. 1950–51) o el dedicado a la arquitectura religiosa de J. Th. J. Cuypers y Jan Stuyt (Thunnissen 1953). No obstante y como una cierta culminación de sus trabajos en éste ámbito han de destacarse sus dos artículos dedicados a la restauración de la iglesia del Santo Sepulcro de Jerusalén publicados respectivamente en *BW* (Thunnissen 1955c) y *Katholiek Bouwblad* (*KB*) (Thunnissen 1955–56).

Estas dos últimas referencias correspondían a informes de los trabajos llevados a cabo por una comisión internacional creada para estudiar el preocupante estado de tan célebre edificio. Para ella se formó un grupo de especialistas de Francia, Bélgica, Italia, Inglaterra, Estados Unidos y España teniendo a Thunnissen como único representante neerlandés, el cual además ejerció la labor de presidente.[6] Todo lo hasta ahora mencionado se limita a sus publicaciones más importantes sobre arquitectura abovedada, pero en realidad su producción escrita como articulista es mucho más extensa. Por dar de ella al menos una idea general puede citarse que ya desde 1923 se pueden encontrar otros trabajos de importancia como por ejemplo su extensa reseña del libro «Indische Baukunst» del basilés Emanuel La Roche editado en Munich (Thunnissen 1923) o al año siguiente otra notable serie de artículos sobre construcción de ladrillo en Inglaterra (Thunnissen 1924b) con un total de ciento veinte páginas, amén de diversas reseñas, ya mas breves, de libros de actualidad. Como mínimo, hasta 1928 sigue colaborando en la revista Klei a la cual pertenecen las referencias citadas. Por otra parte, sólo en la revista BW y en el periodo 1952–55 aparecieron otras once colaboraciones de distinta extensión incluyendo dos informes relativos a la Federación de Arquitectos Holandeses (BNA) y una serie de artículos cortos con comentarios sobre algunos ejemplos llamativos de arquitectura extranjera popular o antigua. Son de mencionar entre ellos uno dedicado a la cúpula de la catedral de Pistoia (Thunnissen 1955a) y otro a cúpulas nervadas en Ávila y Burgos (Thunnissen 1955b).

PLAAT 133. SCHAALKOEPEL TE HEILOO.

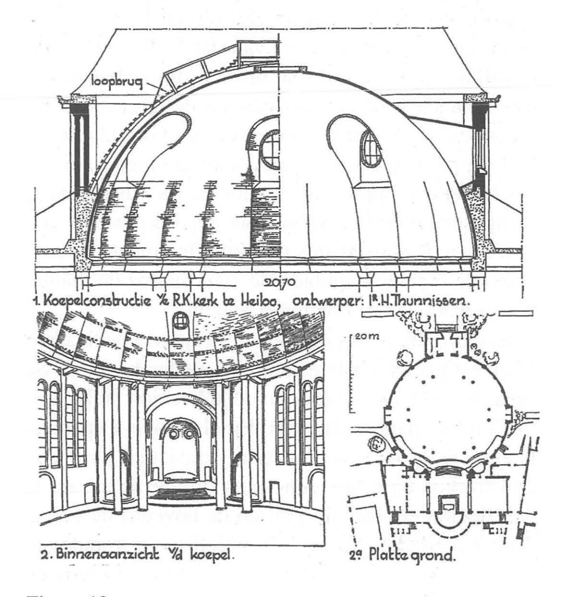


Figura 12

Aunque tampoco exhaustiva, la búsqueda de colaboraciones por otras revistas revela también bastantes entregas en *Bouw* y en *KB*, repartiéndose entre temas tan variados como comentarios de obras recién terminadas de otros arquitectos, reseñas de libros, un estudio sobre la patente de un sistema de construcción prefabricada para viviendas, otro sobre carpinterías de madera, un informe de viaje a Estados Unidos, la titulación de arquitecto y el ejercicio profesional, la restauración de iglesias antiguas y la construcción de nuevas, las carpinterías y la construcción artesanal o curiosidades en ejemplos de escultura y arquitectura eclesiástica antigua de muy diversas procedencias. En relación con las construcciones de fábrica merece citarse también el dedicado a las torres, utilizando para su estudio ilustraciones de Viollet-le-Duc (Thunnissen 1950–51a)

Todos los aspectos anteriores revelan una personalidad activa e inquieta con gran interés por el estudio pero a su vez bastante involucrada en el mundo profesional de su época. En efecto, Hendricus Johannes Wilhelmus Thunnissen, nacido el 19 de junio de 1890 y graduado en Delft en enero de 1915 fue un arquitecto en ejercicio relativamente destacado, desarrollando una arquitectura muy cercana a la denominada escuela de Delft liderada por el catedrático católico Granpré Molière. Buena parte de su obra fue de carácter religioso aunque también cuenta en su haber cierto número de ejemplos de arquitectura residencial, fundamentalmente villas unifamiliares. Entre ellas la suya propia en la Haya, hoy destruida, y en la que fundó su estudio profesional e inició su vida matrimonial. Thunnissen estuvo asociado hasta 1940 con J. P. L. Hendriks, conocido principalmente por su victoria en un concurso de depósito elevado para Wassenaar en 1928 que creó polémica entre los arquitectos funcionalistas. Ya después de la guerra se asoció con su yerno, el también ingeniero A. van Kranendonk y desde 1952 con su propio hijo André. Falleció el 3 de octubre de 1978.[7] En cuanto a su vinculación con el mundo profesional, ocupó el puesto de presidente del BNA desde 1956 a 1959, lo que justifica sus artículos sobre temas corporativos, y figura también como redactor de la revista *Klei*, al menos desde 1923.[8]

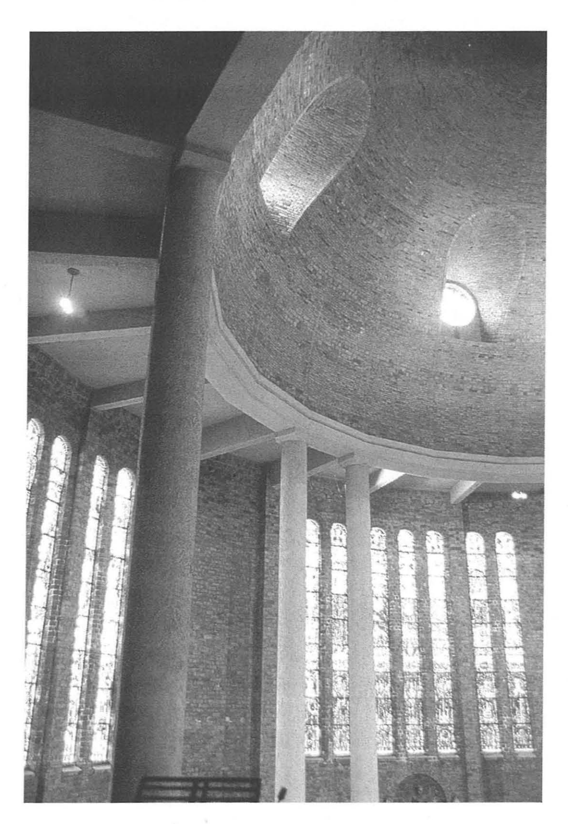


Figura 13

Como edificios destacados de Thunnissen, Westerhout (1960) cita los siguientes: «Ursula en Nieuwveen, Peek y Cloppenburg en la Haya, Residentiebode, Groenmarkt en la Haya, el gran hospital psiquiátrico de Heilo cerca de Alkmaar, algunas iglesias, entre ellas la Mariakerk en Nijmegen, la Sacramentskerk de Delft, el liceo femenino de La Haya, la escuela secundaria católica de Leiden y casas de campo en Breda, Sittard, Almelo, Bergen op Zoom y Udem (Alemania)». La lista no es desde luego completa y algunas de las referencias no son fáciles de localizar. Al menos se pueden añadir algunas realizaciones de última época, como la colaboración en la iglesia Goede Herder (Buen Pastor) en Laren, publicada en *BW* en 1957 y firmada por G.Molière con participación de H. J. W. Thunnissen, A. van Kranendonk y A. W. P.Thunnissen, y otras dos iglesias en el Nooroostpolder, también publicadas el mismo año en *BW*, y diseñadas en exclusividad por su estudio. Una última iglesia bastante destacable fue la Don Bosco-kerk en Alkmaar, presentada en 1962 en *BW*, y todavía con su firma dentro del estudio. De las

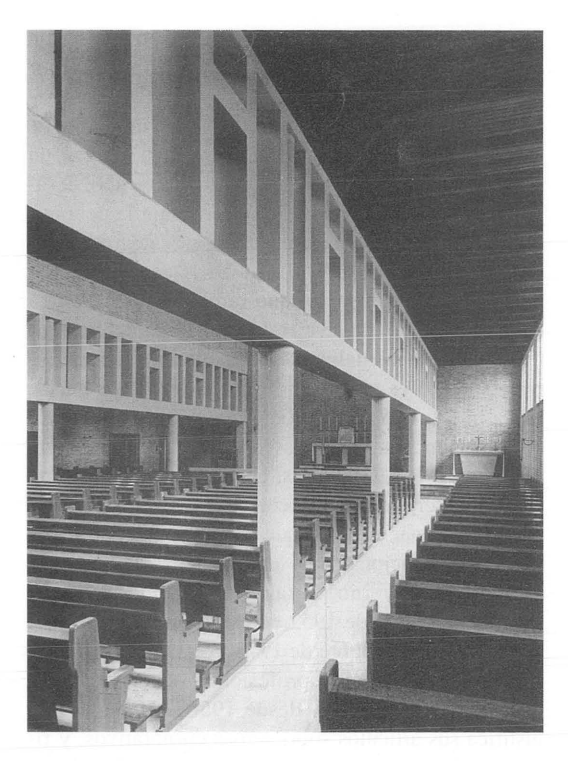


Figura 14

obras citadas por Westerhout, Ursula era un instituto psiquiátrico de cierta envergadura construido en Nieuwveen-Wassenaar en 1940 y hoy destruido, y el hospital de Heilo es un destacado complejo todavía existente en buenas condiciones y realizado entre 1937 y 1940. La Sacramentskerk de Delft también se encuentra en perfecto estado. En cuanto a Peek en Cloppenburg, podría ser el edificio citado por Wattjes (1926, 142) en su tratado de construcción en relación a su bóveda de cristal y hormigón.[9]

Desde el punto de vista de la construcción de bóvedas, algunos de sus edificios contienen realizaciones de bastante interés, estando incluidas con cierta discreción dentro de su libro. Se trata sobre todo de elementos abovedados de ladrillo, ilustrados como ejemplos de posibles progresos en la época moderna. A destacar en primer lugar sería la abadía benedictina de Tegelen proyectada por H. Stoks pero con bóvedas parabólicas diseñadas por él (Thunnissen 1950a, lám119). La iglesia de Nuestra Señora de Lourdes en Nymegen y segunda de las recogidas (Thunnissen 1950a, láms 120–1), fue iniciada en 1922 ampliándose después según proyecto de 1946. Thunnissen autor de los dos proyectos, destacó en ella la calidad del trabajo de sus abovedados, hecho posible gracias a la habilidad de sus operarios (Thunnissen 1950b, 194). De la antes citada Sacramentskerk (1938–40), interesante por su interior con uso mixto de madera, acero y fábrica de ladrillo, sería mencionable el ábside, recogido sin citarlo en el libro (lám. 122). Finalmente su realización más notable fue la cúpula de la capilla del hospital St. Willibrord de Heilo, iniciada en 1937 e inaugurada en 1940. Con un diámetro de 20 m está soportada por 12 esbeltas columnas de hormigón sobre las que un anillo también de hormigón se encarga de las tracciones. La cúpula en si, totalmente en ladrillo y sin nervios, oscila su espesor desde 22 cm en la base a 11 en la coronación. Dada su importancia es recogida en una lámina completa (lám. 133) y varias fotografías, mostrando su proceso de construcción y una vista interior.

La asociación con su hijo y con Kranendonk dio por resultado como dijimos un pequeño grupo de iglesias más tardías. Para ellas siguieron utilizando el ladrillo como material preferente. Sin embargo son ya muestras de la transición hacia nuevas técnicas en las que el hormigón fue cada vez más protagonista. Son bellos ejemplos de transición y como tales juiciosas soluciones en las que una larga tradición de estudio de los empujes fue adaptado a nuevos tiempos y materiales. Quizás también, como su libro y los abovedados en general, encuentren de nuevo el interés que afortunadamente parece renacer hacia tan esenciales métodos constructivos.[10] *Gewelven* oferce de ellos uno de los más condensados y accesibles testimonios escritos en tiempos modernos.

NOTAS

1. Entre las revistas destacadas del momento sólo Forum no hizo ninguna referencia al libro. Del resto, Bouwkundig Weekblad lo hizo con una amplia reseña de su director J. P. Mieras (1951), Bouw con comentario de Abspoel (1952) y Katholiek Bouwblad con el firmado con la iniciales A. S. (1952–53).
2. M. J. Granpre Molière, entonces director de la escuela de arquitectura de Delft y autor del prólogo de Gewelven se preguntaba si: «existía ya algo en ese terreno que pudiera compararse con la síntesis de este libro

desde los puntos de vista histórico, constructivo, técnico y de diseño» (T. 1950a, VII)

3. Sobre el abandono de la construcción con bóvedas son así mismo interesantes los razonamientos de Granpré Molière en el prólogo: «Pero el hecho es que esta regia manera de construir ha sido relegada a un último plano . . . No suena muy amistoso pero me parece que la razón principal es que ya no lo intentamos. Ni técnicamente y estéticamente. Porque técnicamente demanda la madurez de constructores experimentados. Y porque estéticamente en los siglos que nos preceden ha sido manejada con tan gran maestría que bajo ciertos aspectos parece difícil de mejorar. Ya que eso es lo que exige la ley del progreso» (Thunnissen 1950a, V).
4. Cotejado con lo expuesto anteriormente por Wattjes (1927), existen bastantes coincidencias aunque la agrupación de contenidos y el tratamiento sintético de Thunnissen lo hacen más asequible y manejable frente a la mayor extensión de Wattjes. Solo Thunnissen ofrece referencia de las fuentes manejadas.
5. Un estudio general de bóvedas de fábrica holandesas modernas puede verse en Tomlow (1997).
6. Como representante español actuó el «aún joven pero ya cobrando importancia Don Miguel Fisac» (T. 1955c, 466).
7. Datos precisos ofrecidos por su hijo André Thunnissen, de 83 años de edad y actualmente residente en la Haya. Según su información, Henri Thunnissen inició la preparación del libro en 1941, fecha en la que contactó con el editor, finalizándolo en 1949. La causa decisiva fue la inexistencia en holandés de algún libro razonablemente completo sobre el tema. Otra razón que permitió llevarlo a cabo fue la falta de actividad durante los años de la guerra.
8. Entre los redactores de la revista neerlandesa Cement figura desde su fundación en 1949 W. J. H. Thunnissen, es decir con las mismas iniciales que Henri Thunnissen pero cambiadas de orden, por lo que no es segura su identidad. Quedaría por comprobar si pudo formar parte algún tiempo en la redacción de *BW, Bouw o BK* dada la frecuencia de sus colaboraciones en determinados periodos.
9. Waatjes indica para dicha bóveda, incluida en su apartado de bóvedas de cristal y hormigón, la referencia Val St. Lambert. Sin embargo una enmienda a mano en el ejemplar consultado en la biblioteca de la escuela de Delft la tacha y corrige: «edificio Peek en Cloppenburg la Haya. Arch ir. H Thunnissen»
10. La investigación sobre su autor ha sido posible gracias a una estancia de estudio en Delft dentro del Programa de Nacional de Movilidad del Profesorado durante el curso 2003–4. La comprobaciones del estado de sus obras han sido realizadas personalmente. Agradezco al profesor Santiago Huerta Fernández por transmitirme la noticia de *Gewelven.*

Lista de referencias

Abspoel. 1952. Gewelfbouw. *Bouw,* 859.

A.S. 1952–3. Gewelven. *KB.* 20: 407–9.

Barman, Ch. s.f. *The Danger to St. Pauls.*

Dunn. W. 1908. The Principles of Dome Construction. *Architectural Rieview,* 23: 63–73, 108–12.

Granpré Molière. M.J. 1950. Voorwoord. En *Gewelven,* H.J.W. Thunnissen 1950. pp. V–VII.

Harvey, W. 1925. *The preservation of St. Paul and other famous Buildings.* London: The Architectural Press.

Körner, C. 1901. Gewölbte Decken. Handbuch der Architktur, Teil 3, band 2, Heft 3b.

Macartney, Mervyn E. 1908. The present condition of St. Paul Cathedral. *Journal of the Royal Institute of British Architects.*

Mieras, J. P. 1951. Gewelven. *BW,* 315–6.

Rivoira, G. T. 1925. *Roman architecture and its principles of construction under the empire.* New York: Hacker Art Books.

Thunnissen, H. J. W. 1923. Indische baukunst. *Klei,* 15: 78–82 y 97–101.

Thunnissen, H. J. W. 1924. Baksteenbouw in Engeland. *Klei,* 16: 7–127.

Thunnissen, H. J. W. 1924b. De St. Pieterskerk te Rome. *Klei,* 16 n.16, 15 augustus, n.17, 1 september, n.18, 15 september y n.19, 1 october.

Thunnissen, H. J. W. 1925. De ST. Paul´s Kathedraal te Londen. *Klei,* 17 n. 11: 145–164.

Thunnissen, H. J. W. 1949a. Ir. J.Th.J. Cuypers+. *Bouw,* 146–49.

Thunnissen, H. J. W. 1949b. Duitsland 1600–1800. I. Bouwkunst, Deel V, Hoofdstuck VII, *Algemeen Kunstgeschiedenis.* De Haan Utrecht, 1949.

Thunnissen, H. J. W. 1950a. *Gewelven. Hun constructie en toepassing in de historische en hedendaagse bouwkunst.* Amsterdam: J. Ahrend & Zoon.

Thunnissen, H. J. W. 1950b. De gedeeltelijke afbouw van de kerk van O.L. Vrouw van Lourdes te Nijmegen. *KB,* 17, n.13, 1 april.

Thunnissen, H. J. W. 1950–51a. Torens hoogtepunten van architectuur. *KB.* 18: 249–253.

Thunnissen, H. J. W. 1950–51b. De constructie van de koepel van de St. Pieter te Rome. *Katholiek Bouwblad,* 18 (separata año jubilar): 61–65.

Thunnissen, H. J. W. 1952–53. Kentering in het Architectuurinzicht. *Katholiek Bouwblad,* 20, n.20: 305–314.

Thunnissen, H. J. W. 1955a. Thunnissen Koepel te Pistoja. *BW,* n.8.

Thunnissen, H. J. W. 1955b. Wonderlijke Steenconstructies. *BW,* n.9.
Thunnissen, H. J. W. 1955c. Restauratie van de H. Grafkerk in Jeruzalem. *BW,* n. 42.
Thunnissen, H. J. W. 1955–56. De Kerk van het Heilig Graf te Jeruzalem. *KB,* 23 n. 7, december 1955.
Tomlow, Jos. 1997. Dr. Pierre Cuypers & Sohn & Co. und ihre Rolle bei der Entwicklung vom Gewölbe zur Schale in den Niederlanden um 1900. *Architectura,* 27: 40–60.
Ungewitter, G. 1901. *Lehrbuch der Gotischen Konstuktionen.* Leipzig: T. O. Weigel.
Wattjes, J. G. 1927. *Constructie van gebouwen. Vol. 4. Vloeren, plafonds, gewelven en trappen.* Amsterdam: Kosmos.
Westerhout, G. 1960. Henri Thunnissen 19 juni 70 jaar. *BW.* n.13: 304–5.

El tratado de Portuondo

Andrés García Bodega
Fernando Da Casa Martín

En septiembre del año 1833 la Academia del Cuerpo Ingenieros se instaló en la ciudad de Guadalajara. Dentro del plan de estudios del Centro, a pesar de las revisiones y cambios para adecuar la docencia a las necesidades de cada momento, siempre se consideraron fundamentales todas aquellas materias que hacían referencia a: los materiales de construcción, los procedimientos constructivos, la mecánica aplicada a las construcciones y la arquitectura. En 1877 se publicaron las Lecciones de Arquitectura explicadas por el profesor de la Academia Bernardo Portuondo y Barceló. La obra, según se expone en la introducción, pretendía desarrollar un sistema racional para la enseñanza de la arquitectura, y por ello prevenía a los alumnos, antes de explicar el método, acerca de las dificultades y la complejidad de tales estudios por la variedad de las ciencias que les habían de servir de apoyo.

Se inicia el tratado con unas reflexiones en relación con los conocimientos que consideraba debían poseer quienes pretendiesen dedicarse a la creación arquitectónica: la historia, la geografía, los cálculos, la mecánica, la física, la mineralogía, la geología, las sombras, la perspectiva y todas las aplicaciones de la geometría descriptiva, la estadística, la administración, la estética, hasta las leyes y la economía política. Todas las ciencias son necesarias para alcanzar la máxima perfección posible, sin embargo no es necesario poseer la doctrina científica de cada uno de los saberes, es suficiente con los resultados prácticos que debemos aceptar con la fe en la sanción de los principios científicos y la experiencia universal. Al mismo tiempo Portuondo consideraba que cuando se trata del bello ideal, ni los conocimientos que aporta la ciencia, ni los principios o reglas enunciados para alumbrar el camino a seguir son suficientes. La sabiduría es únicamente el complemento de aquella facultad imposible de transmitir fuera de las propias creaciones.

Animado por un espíritu que buscaba en todo momento la justificación racional a cualquier propuesta arquitectónica, y el concurso de la ciencia para determinar el proceso de su expresión formal, consideraba la razón «facultad poderosa» (Portuondo 1877,1: V) como la base que sustenta la creación artística, dentro de la cual se incluye la Arquitectura «. . . que es, ante todo y sobre todo, eminentemente racional», definición tomada del Traité d´Architecture de Leonce Reynaud (Reynaud 1867, 15).

Después de afirmar que la arquitectura es el arte de construir, asumía la condición utilitaria que presidía Las Lecciones de Arquitectura de Durand «. . . ya sea que se consulte la razón, o sea que se examine los monumentos, es evidente que el agradar no ha podido ser nunca el objetivo de la arquitectura ni la decoración arquitectónica ser su objeto. La utilidad pública y privada, la dicha y la conservación de los individuos y de la sociedad, son como hemos visto desde el principio, el objetivo de la arquitectura» (Durand [1819]1981, 14). Portuondo, ante la debilidad del hombre frente a la Naturaleza, consideraba la construcción como un medio de defensa frente a las

hostilidades del ambiente exterior, «. . . las construcciones, que son, desde las primeras formas más sencillas hasta las más complexas, el resultado de la disposición de los materiales que la naturaleza encierra para hacer los edificios y procurar a los hombres, a las familias, a los pueblos, el bienestar, y evitarles el sufrimiento» (Portuondo 1877, 1: VIII).

La influencia del profesor de l'École Royale Polytechnique es evidente en la obra de Portuondo. Como él consideraba la conveniencia y la economía medios que en todo momento había que tener presentes y, en consecuencia, fuentes de principios que determinaban la misma esencia de la arquitectura. Su definición de la arquitectura, de forma general, como el arte de construir, intentaba no limitar su objeto, ni incluir en la definición lo que únicamente son propiedades, ya que consideraba la construcción el resultado de una determinada manera de colocar los materiales que la naturaleza ofrece, y que el arquitecto elige por razones de necesidad y de belleza. Era obvio, para él, encarecer la importancia del conocimiento de los materiales, principalmente de la propia localidad, y las distancias y medios de transporte para los menos próximos, por su incidencia en la economía. En cuanto a las determinaciones implicadas en el proceso constructivo, afirmaba «. . . la razón, apoyada en la ciencia, cuando no en la observación, dicta las formas y las dimensiones del objeto que el arte crea» (Portuondo 1877, 1: VIII).

El objeto de la construcción, «. . . la comodidad y el bienestar del hombre» (Portuondo 1877, 1: IX), imponen, por otra parte, una serie de condiciones, en relación con el sujeto y el entorno, que deben ser tenidas en cuenta y a las cuales es necesario que se ajuste la construcción, «. . . a la manera de ser, a la manera de vivir de cada edad y de cada pueblo, y en ellas deben naturalmente reflejarse sus usos, sus leyes, sus creencias, su clima, el grado de cultura o el poder de su civilización y hasta los gustos que de ellas proceden» (Portuondo 1877, 1: IX). Tales consideraciones se resumían en la conveniencia, como principio, como concepto moral, que imponía el respeto a determinadas reglas establecidas por la costumbre, y por ello conformes a la razón. La norma sancionada por el común sentir de los hombres determina la expresión para cada tipo de edificio que le es propia, le sienta bien, y únicamente la razón ostensible puede justificar el quebranto de la norma; en otro caso «. . . si se falta a las conveniencias deliberadamente, bajo cualquiera de los tres aspectos indicados, por el afán de novedad, de invención, y por espíritu de necia presunción, entonces la arquitectura se arrastra por el lodo, pierde toda su dignidad» (Portuondo 1877, 2: 378).

Los criterios económicos, aplicados a la arquitectura, se establecen en correspondencia con los cambios sociales que han llevado a considerar el trabajo como un derecho del hombre, y la arquitectura como la respuesta a una necesidad humana, «. . . los tiempos han cambiado y con ellos las costumbres; el obrero no es ya un esclavo: es un hombre libre y tiene derecho a exigir la justa retribución de su trabajo; los monumentos que la industria y el arte hoy levantan son, más que alardes de la vanidad, la expresión de una necesidad o de una utilidad pública» (Portuondo 1877, 1:XI). Entonces las inversiones tienen que estar en relación con el efecto útil, y el concurso de los conocimientos aportados por la ciencia suponen, desde ese punto de vista, una ayuda inestimable.

Se interrogaba Portuondo, al tener en cuenta esos criterios, por las relaciones entre las leyes de la ciencia y la inspiración, en el proceso creador, para determinar realmente la ayuda que aquellas podían prestar, y cuales eran las consecuencias de hacer «. . . pasar por el crisol de sus leyes, de sus preceptos y de sus fórmulas las inspiraciones del artista» (Portuondo 1877, 1: XI); que se aportaba en relación con las grandes obras del pasado. En este punto es clara la influencia de Léonce Reynaud, racionalista que no renunciaba a la expresión, y que mantenía «. . . la arquitectura es un arte eminentemente racional, que al mismo tiempo exige mucha imaginación; la belleza es su objetivo más alto, aunque únicamente se alcanza cuando se atienden las conveniencias de orden material; sus formas deben satisfacer a la razón, pero sólo la sensibilidad puede determinar si están dotadas de expresión y de armonía; la ornamentación no es una necesidad del arte, pero es un auxiliar importante» (Reynaud 1867, 6). Reynaud, en su tratado, ya había respondido a esa cuestión «. . . no debemos extraer la conclusión de que es apropiado someter todas las partes de la construcción a las leyes de la mecánica, porque es evidente que las prescripciones de la ciencia pueden llevarnos a grandes dificultades en la ejecución, y no siempre serían conciliables con las exigencias del propósito del edificio» (Reynaud 1867, 36); no obstante Portuondo advertía que plantear la cuestión dentro del campo de la estética sería

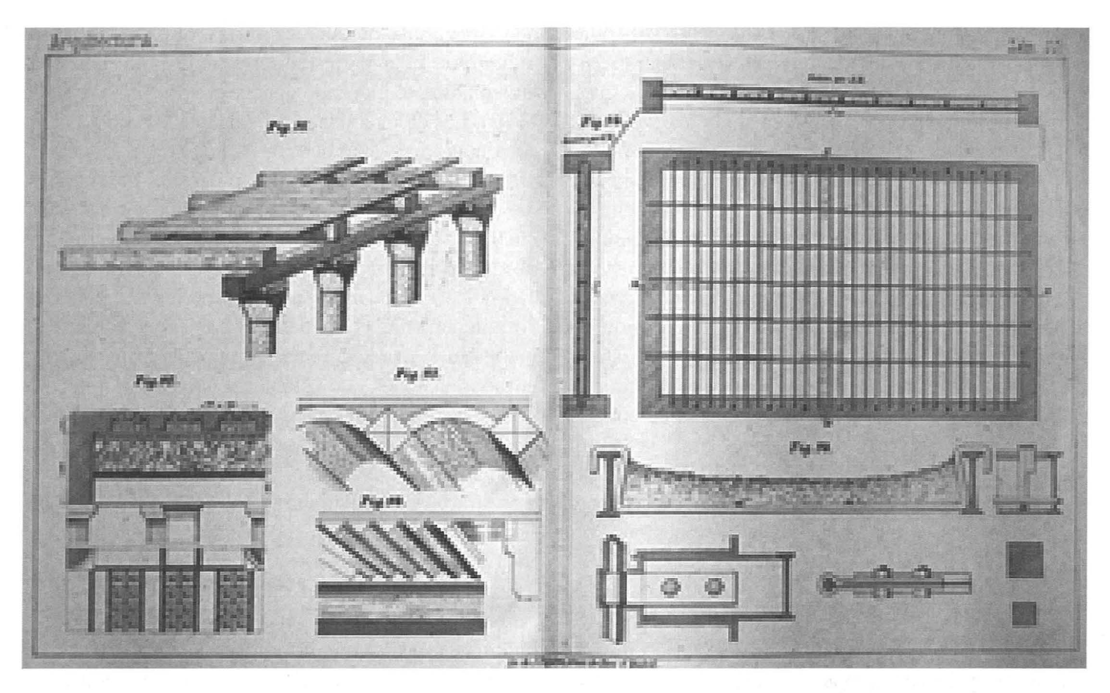


Figura 1
Lámina 1 de Portuondo. Lecciones de Arquitectua. Atlas. Primera parte.

un error, «. . . si por mejor se entiende más bello, se lleva la cuestión fuera del terreno en que debemos considerarla, porque el problema de la construcción en nuestra época es esencialmente distinto del que resolvieron los antiguos arquitectos» (Portuondo 1877, 1: XII). El ideal de la construcción moderna, que él considera, desde el punto de vista de la funcionalidad, de la utilidad, y del rendimiento económico, en relación con el de épocas pasadas, más noble, más grande, más generoso, más humano, era llegar a conseguir en cada realización «... no menos de lo necesario ni más de lo suficiente» (Portuondo 1877, 1: XIII) de acuerdo con los criterios económicos y las posibilidades de los conocimientos científicos.

Portuondo consciente de las reducciones que podían deducirse de tales afirmaciones, se sumó al debate, iniciado el siglo anterior por los críticos de Laugier, frente a la severidad de sus principios basados en la simple naturaleza (Vilder 1997, 40), acerca de las posibilidades de la expresión artística cuando la necesidad y las leyes de la naturaleza determinan el objeto arquitectónico. Prevenía frente a interpretaciones rigoristas, y aportaba su visión acerca de la ciencia y sus principios, que no debían considerarse, en ningún caso, como un límite insuperable a la inspiración, «. . . en esta dirección no hay más trabas ni más limitaciones al sentimiento y al gusto que las impuestas por la razón» (Portuondo 1877, 1: XIV), y la economía, en consecuencia, no podía imponer eliminaciones a expensas de necesidades desatendidas o de conveniencias olvidadas o suprimidas . La ciencia indica, únicamente, unos límites racionales dentro de los cuales el arte puede y debe moverse con libertad para dar a luz sus objetos específicos. El sólo ideal —Nada menos de lo necesario y nada más de lo suficiente— elevado al absoluto, o expresado como “ . . . basta la verdad y la bondad; no necesitamos más en materia de arte” (Portuondo 1877, 1: XXVII), era considerado, por Portuondo, como una afirmación arrogante, que se olvidaba de la belleza, cuando «. . . lo bello, es en efecto, el esplendor de la verdad, es el lenguaje, digámoslo así, con que ella habla a nuestra razón, haciendo vibrar las fibras sensibles de nuestra naturaleza impresionable» (Portuondo 1877,

1: XXVIII). La construcción, cuando satisface todas las necesidades y responde a todas las conveniencias, necesita además de la expresión de los símbolos en la arquitectura para concluir su carácter, y participar su objeto, su destino. La negación de toda decoración «. . . supone que las ideas en el arte no necesitan de un signo, de una manifestación sensible para llegar hasta nuestra razón y hasta nuestro sentimiento» (Portuondo 1877, 1: XVII).

Por otra parte subrayaba la importancia de la visión histórica, para completar el análisis de la creación arquitectónica, que nace del «. . . espíritu de investigación, alentado por el amor a la ciencia» (Portuondo 1877, 1: XVI) y que aporta, todo el caudal de conocimientos necesarios para comprender «. . . la expresión razonada, esencialmente filosófica, de las causas que han motivado esas transformaciones, de las necesidades físicas y morales que las han impuesto» (Portuondo 1877, 1: XVII).

Portuondo expresaba su admiración por el arqueólogo, y al referir las útiles lecciones ocultas en los restos sepultados recurría al esquema clásico utilizado por Winckelmann, relación entre las formas artísticas y desarrollo cultural de las sociedades con un período de apogeo entre un origen sencillo y un final decadente «. . . y allí, en medio del silencio y de las sombras, arranca del seno del misterio que las envuelve, las páginas de la variada historia de aquel imperio poderoso. Aquí sus virtudes, allí su fuerza, allá su saber y su opulencia; ya son las costumbres de severa austeridad de los primeros tiempos, ya es la molicie y el lujo que marcan el principio de su decadencia, o ya en fin la vergonzosa degradación de los postreros, con todas sus miserias y repugnantes torpezas. La historia recoge cuidadosamente todos los matices y perfiles de ese imponente cuadro y lo transmite a las nuevas generaciones, para que en él aprendan las leyes providenciales que rigieron sus destinos antes ignorados. . . Y todo eso, cuya importancia sería torpe desconocer, ha salido de la piedra, del monumento, de las ruinas, en una palabra, de la arquitectura, porque ella ha reflejado siempre todos los caracteres distintivos de las edades y de los pueblos». (Portuondo 1877, 1: XVI)

Portuondo, aunque se movía dentro del eclecticismo propio de la época, valoraba el Renacimiento como la salida a una larga época de la historia de la arquitectura «. . . que comienza en la decadencia del arte romano, y concluye a mediados del siglo XVI, y que abraza más de once centurias, durante las cuales reinan por todas partes el desorden y la licencia más lamentable en el arte de construir» (Portuondo 1877, 1: 32). Las formas y las proporciones del mundo grecorromano, rescatadas de las ruinas o de los principios de Vitruvio, «. . . sirvieron para las construcciones del Renacimiento y han sido transmitidas hasta nosotros, que las aplicamos con generalidad en las obras de piedra o de mampostería». (Portuondo 1877, 1:36). De nuevo aparecen en las Lecciones de Arquitectura las coincidencias con las tesis de Reynaud. En la apreciación del lenguaje renacentista y en las relaciones que establecía entre la arquitectura de ese período y los modelos compositivos griegos, Portuondo tomó de su Tratado de Arquitectura, obra que calificó de excelente, los dibujos de los órdenes, y se sitúo frente a Durand en la defensa del origen de los mismos de acuerdo con la teoría de Vitruvio y la visión de la cabaña primitiva de Laugier, «. . . nos atreveríamos a calificar de triviales los argumentos con que se combate la teoría de Vitruvio, y se la considera como una fábula, porque ni el ser el pie del hombre la octava parte de su altura es una verdad para los tipos de todas las razas, ni es tampoco cierto que los griegos jamás emplearan columnas de seis diámetros: las de Sunium tenían doce módulos. Creemos que la composición de un orden, mejor dicho, del dórico, que es el más antiguo, ha nacido de la imitación de la cabaña, imitación tal como la entendemos y como debe, en nuestro concepto, entenderse en arquitectura, y cabaña tal como el arte griego la encuentra y la conoce, es decir, perfeccionada, transformada en construcción de madera, en verdadera edificación, y no bajo la forma del grosero albergue del cazador que vive en medio del bosque». (Portuondo 1877, 1:51).

Si para Durand los órdenes no eran imitación del cuerpo humano, ni de ninguna cabaña, como objeto natural, y en consecuencia no suponían la esencia de la arquitectura, Portuondo estableció un clasicismo ecléctico, con unos principios absolutos y fuera de la historia, al afirmar que «. . . la arquitectura imita en sus disposiciones a la naturaleza; busca, primero, en las leyes que rigen la materia, las formas y las proporciones del objeto que va a crear, no sólo para que su existencia sea posible, sino para que, existiendo, responda al fin a que lo destina; después se inspira en otros principios morales, relativos unos a los caracteres propios del objeto en si, y otros a la época, a los

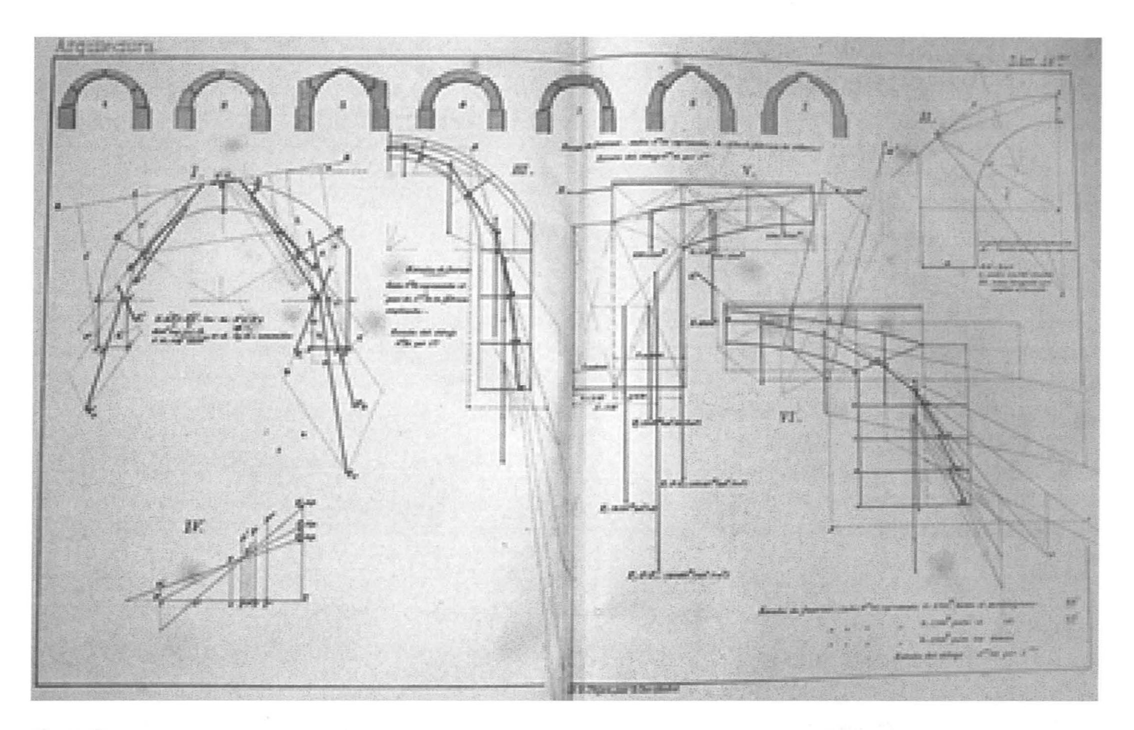


Figura 2
Lámina 6 de Portuondo. Lecciones de Arquitectua. Atlas. Segunda parte.

lugares, a las costumbres, a las creencias, etc. Estas disposiciones, en que hay algo que es fijo, absoluto, invariable, necesario, y algo accidental y en cierto modo arbitrario, son lo que llamamos órdenes en arquitectura.» (Portuondo 1877, 1:47)

Consecuente con su visión de la arquitectura, era partidario de la ortodoxia compositiva y los sistemas constructivos que manifiestan al exterior la razón de su expresión formal. Condenaba los alardes de atrevimiento basados en necesidades y dificultades ficticias; en ese caso, para defender sus tesis, acudía a la autoridad del secretario de La Academia francesa, Quatremère de Quincy: «. . . Diremos, con Mr. de Quatremère, que quien así procede, quien así practica el arte, desciende al nivel de un prestidigitador o de un saltimbanquis, y no respeta la dignidad del arte, ni los derechos de la razón». (Portuondo 1877, 2:358)

El ingeniero interesado por las propiedades de los materiales, su calidad, su solidez, su duración, en ningún momento olvidaba las posibilidades de los mismos desde el punto de vista estético: «. . . no ciertamente para oponerse a las indicaciones que nacen de la necesidad y de la utilidad, sino para ver hasta que punto y de que modo pueden cooperar al efecto artístico». (Portuondo 1877, 2:346). Tales consideraciones le situaron en una posición ambigua frente al hierro como nuevo material de construcción; por una parte creía en sus posibilidades, afirmaba su utilidad en la restauración de obras del pasado, —alude, en su obra, a la solución de atirantado de Poleni para la cúpula de San Pedro del Vaticano— y reconoce en ella las ventajas que ofrece a la arquitectura moderna: «. . . Ya la piedra, ya la mampostería han pedido, y piden todos los días, desde que las dimensiones de las obras exceden un poco de las proporciones habituales, auxilio del hierro, sin cuya poderosa y eficaz intervención la gran cúpula de San Pedro, asombro de todo el mundo y gloria del Renacimiento, hubiera caído en pedazos, y estaría reducida a escombros; multitud de arcadas, de bóvedas, de pórticos, de galerías, no habrían podido sostenerse en Italia; y en Francia otras construcciones no habrían podido ser

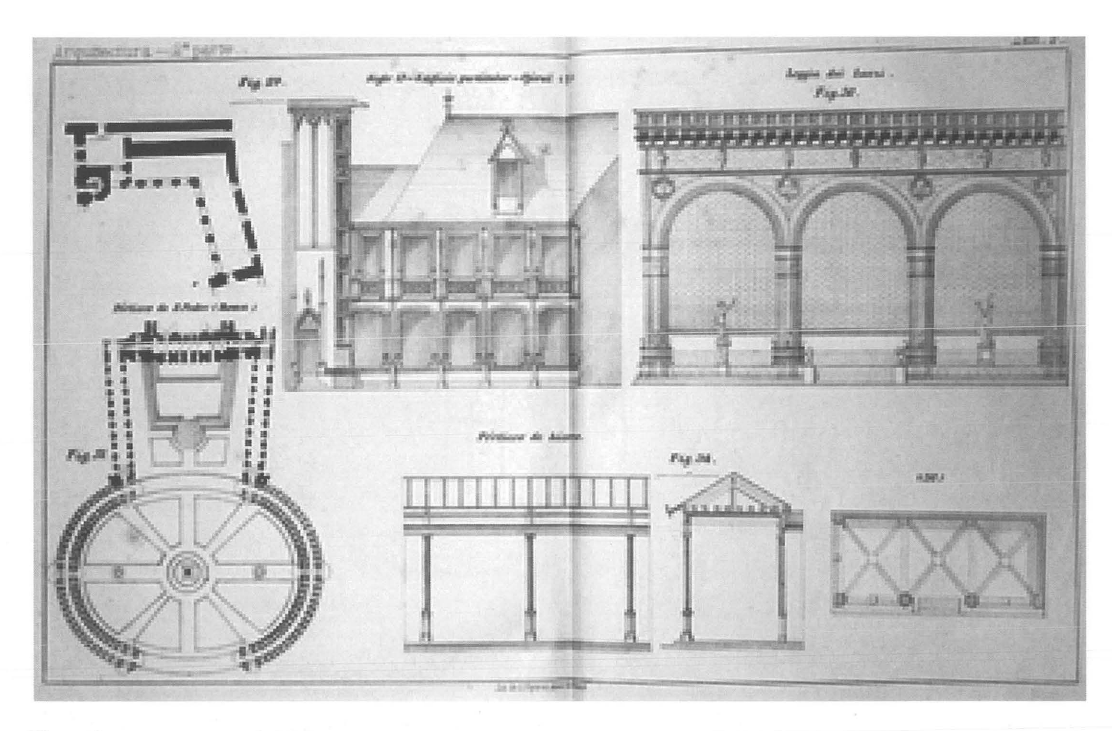


Figura 3
Lámina 9 de Portuondo. Lecciones de Arquitectua. Atlas. Segunda parte.

levantadas; y de tal modo es así, que hoy no se hace un dintel, ni un arco de piedra de regular abertura sin fiar su principal resistencia a barras, anclas, tirantes, estribos de hierro» (Portuondo 1877, 1:166), incluso propone varios tipos de bóvedas de hierro tomados de los artículos publicados por el ingeniero civil francés, Mr. Mathieu, en el Propagateur des travaux en fer de Oppermann, como alternativa a las bóvedas de crucería medievales que él considera arcos combinados sobre los que descansa la plementería: «. . . pues bien, sustitúyase esos arcos de piedra de grandes espesores y de difícil ejecución, por arcos de hierro, tan fuertes, tan resistentes o más que los primeros, de menos peso, de menor grueso, y cuya forma curva no crea dificultad alguna de ejecución, porque la materia se presta admirablemente a recibir las que la industria quiera darles; sosténgase dichos arcos por apoyos de hierro, y no por esos pilares de piedra o mampostería de enormes dimensiones; y dígase después de considerar este conjunto sólido, resistente, delgado, ligero y elegante, y de compararlo con el otro, pesado, grueso, difícil y costosísimo, si la aplicación del hierro presenta un solo inconveniente, y si, por el contrario, no están a su favor todas las ventajas» (Portuondo 1877, 1:167), sin embargo cuando considera los materiales como recursos poderosos para producir determinados efectos se lamenta de «...las dificultades que halla el arte moderno, el de nuestros días, para obtener expresiones bellas y características del hierro, de ese material, cuya inmensa utilidad no es acaso tan apreciada como debiera, por el aspecto negruzco, sombrío, feo, verdaderamente repulsivo que a los ojos presenta su superficie» (Portuondo 1877, 2:347). Concluye, no obstante, su obra considerando la aparición del hierro como un acontecimiento dentro de la historia del arte que supondrá el advenimiento del nuevo estilo arquitectónico.

La obra de Portuondo, concebida como un tratado para la enseñanza de la arquitectura, se desarrolla en dos partes, más un atlas de láminas con dibujos relacionados con los contenidos teóricos. El método, que él denomina sintético, consiste en proponer en pri-

mer lugar los elementos integrantes de la edificación, «. . . que son a la arquitectura lo que las letras al lenguaje» (Portuondo 1877, 1:XXXV). A ello dedica la primera parte de sus lecciones, nueve en total. Se inician con el estudio de los muros de carga dentro de la historia de la construcción; desde los egipcios hasta los modernos entramados de madera, incluso de hierro: clases de piedras utilizadas; tipos de aparejo más característicos; acabados superficiales decorativos. Incluye al final, como en cada uno de los restantes temas, un formulario con los valores ordinarios de las proporciones de los distintos tipos de muros. Los apoyos aislados son los elementos analizados en segundo lugar. Pilares, pies derechos, incluso pilastras, se incluyen en este apartado, donde de nuevo se hace una revisión histórica de su empleo, así como de sus características formales y de los materiales utilizados. Esta lección se relaciona con la siguiente dedicada al estudio de los órdenes arquitectónicos. Los apoyos aislados deben tener unas proporciones determinadas que deben responder a dos tipos de consideraciones: en primer lugar a las prescripciones de la ciencia, que fijan unos valores límites que han ser respetados, y en segundo lugar a «. . . los preceptos del arte, que han sido, son y seguirán siendo los que impriman a las obras un carácter, una significación, en armonía con los gustos, las tendencias, los hábitos y las condiciones todas de una época» (Portuondo 1877, 1:48).

Tales consideraciones le llevan a concretar su particular visión del tema, «. . . estas disposiciones, en que hay algo que es fijo, absoluto, invariable, necesario, y algo accidental y en cierto modo arbitrario, son lo que llamamos órdenes en arquitectura» (Portuondo 1877, 1:48). En este punto Portuondo hace una sinopsis de las opiniones que teóricos y constructores tienen en relación con la utilidad de los órdenes arquitectónicos, y prevé las consecuencias derivadas de mantener determinadas posturas extremas: unos consideran los cánones griegos y romanos como leyes

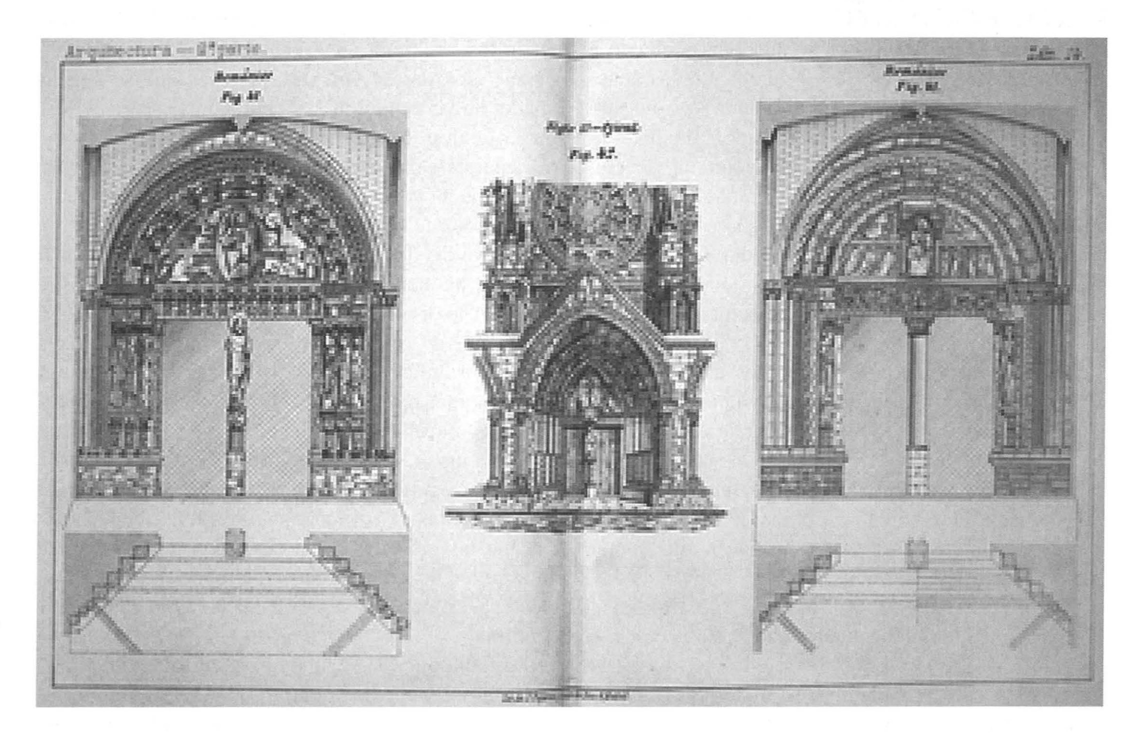


Figura 4
Lámina 14 de Portuondo. Lecciones de Arquitectua. Atlas. Segunda parte.

inflexibles, como moldes precisos donde ha de ser vaciada toda opción formal, estos son para Portuondo los responsables de la muerte del arte «. . . matando la inspiración con la regla, condenan el arte a un eterno silabeo» (Portuondo 1877, 1:69). Otros prefieren la libertad, la independencia y los caprichos de la arquitectura medieval, estos «. . . autorizan con una indiscreta admiración la anarquía de que tantos ejemplos se ven hoy por desgracia» (Portuondo 1877, 1:69). Se refiere, también, a quienes consideran la moldura y el perfil como algo ocioso que debe ser proscrito, para ellos lo verdaderamente importante a la hora de levantar un edificio es atenerse a las reglas de la economía y las impuestas por las necesidades, solidez, comodidad, y salubridad; los que así razonan «. . . debieran haber pensado en crear hombres nuevos, de una naturaleza y condición distinta de las que han tenido nuestros antepasados, de las que tenemos nosotros y de las que seguramente tendrán los de las generaciones siguientes» (Portuondo 1877, 1:69). Y concluye exponiendo su postura, inicialmente, basada en el discernimiento racional, el alejamiento de los sistemas y la moderación en el afán de novedad, pero abierta a un futuro que se adelanta poniendo a disposición de arquitectos e ingenieros nuevos materiales que demanda un leguaje diferente, «. . . nuestra época, sin embargo, que ha sido creadora de materiales e industrias antes desconocidos, podrá tal vez crear un nuevo orden mejor acomodado que los del arte antiguo a esos nuevos elementos de la construcción, que cambiando los procedimientos, las formas y las proporciones, parecen llamados a cambiar también la fisonomía y el carácter de la arquitectura» (Portuondo 1877, 1:70).

Continúa la relación de elementos integrantes de la arquitectura con la lección dedicada a las arcadas. Cuando la solución adintelada, por la distancia de los apoyos, no es posible se recurre al arco, considerado como un arquitrabe de directriz curva. El estudio de estos elementos se realiza atendiendo, casi exclusivamente, a los aspectos formales, únicamente se hace una referencia a los empujes después de describir la forma de las piedras que constituyen el arco, «. . . así también se comprende, sin apelar a la ciencia, que siendo cuñas las piedras, y actuando como tales, tenderá cada una a separar las dos contiguas, y el conjunto producirá sobre los apoyos, no sólo una presión vertical, sino además una acción horizontal, contra la que deben presentar suficiente resistencia» (Portuondo 1877, 1:72). El arco de medio punto se considera la forma más natural del elemento.

Siguiendo un orden paralelo al del Tratado de Reynaud, después de las arcadas estudia los huecos practicados en las fachadas para facilitar el paso de las personas y objetos, y de la luz y el aire. Aunque el título de la lección es Puertas y ventanas, el contenido se extiende en la descripción de las proporciones de los huecos, de los sistemas constructivos, dinteles o arcos, utilizados en cada caso, y en cada momento de la historia, y de la decoración de los planos que determinan la abertura.

Las siguientes lecciones, de la primera parte, se dedican a exponer los distintos sistemas utilizados para cubrir el espacio habitado: techos y bóvedas. Dentro de los techos se incluyen los suelos, planos horizontales que dividen y separan las plantas de los edificios, cuando estos tienen más de una: pueden ser de piedra, madera, hierro, o mixtos; las azoteas formadas por el último plano horizontal que debe llevar además una capa de protección contra las inclemencias atmosféricas, el terrado; las cerchas o cuchillos, triángulos isósceles delimitados por tres piezas, dos pares y un tirante, a las que se suelen añadir otras, pendolones y tornapuntas, para prevenir la flexión de las primeras; y por último los tejados, partes superiores de las cubiertas que reciben directamente el agua de lluvia para evacuarla lo antes posible.

El estudio de las bóvedas es más amplio y más preciso, además de su historia y clasificación, se analizan los problemas de estabilidad y resistencia, los modos de rotura, y se incluyen una serie de reglas y fórmulas empíricas para su proyecto. Es necesario tener en cuenta, a la hora de valorar la amplitud con que se tratan los problemas estructurales, que afectaban a los elementos explicados, que sus clases se complementaban con otras de mecánica aplicada a las construcciones. Portuondo consideraba que las ciencias auxiliares, complementarias de la arquitectura, debían tener su lugar en otros tratados específicos, diferentes a las lecciones de arquitectura.

Portuondo, en la segunda parte de su obra se ocupa de la forma de combinar los elementos arquitectónicos para así formar «. . . las diferentes partes de los edificios, que, siguiendo la anterior comparación, son las palabras» (Portuondo 1877, 1:XXXV). Pórticos,

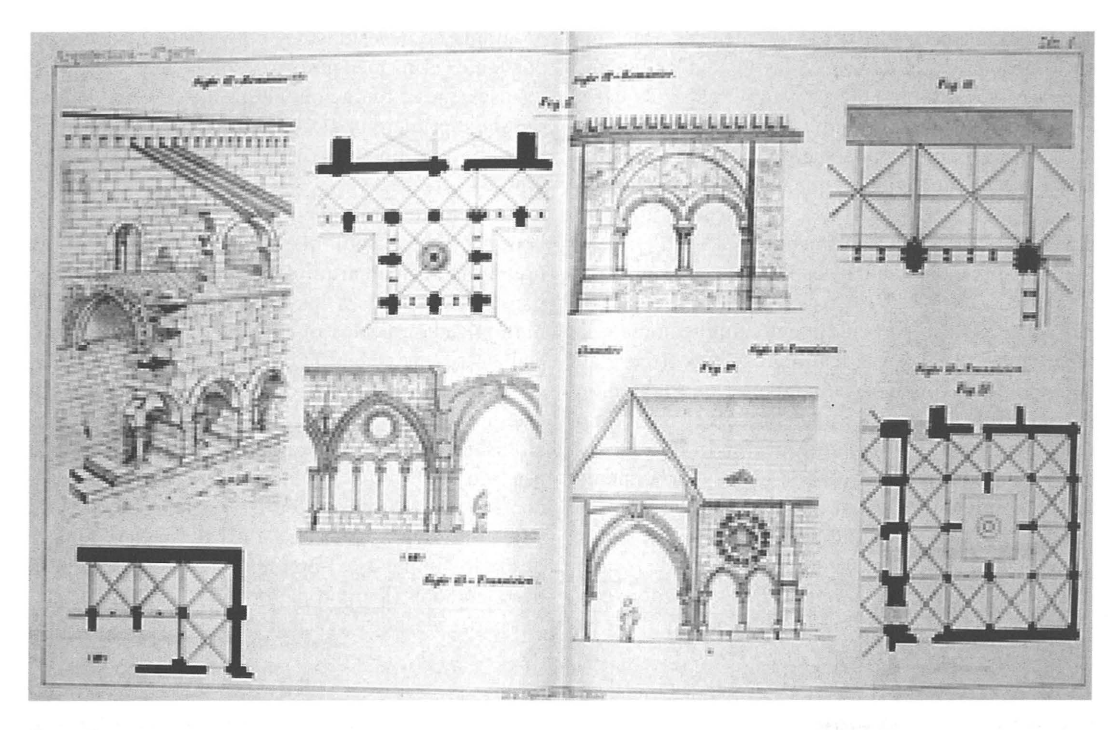


Figura 5
Lámina 16 de Portuondo. Lecciones de Arquitectua. Atlas. Primera parte.

escaleras, vestíbulos, salas, patios, son los temas iniciales de esta parte del método, para concluir con los principios generales para proyectar y disponer una obra de arquitectura, «. . . finalmente, con las palabras se completa la expresión de un pensamiento» (Portuondo 1877, 1: XXXV).

En el desarrollo del primer tema de la segunda parte de sus lecciones, los pórticos, Portuondo expone, una vez más, su posición dentro del pensamiento arquitectónico del momento. Aceptaba el eclecticismo de la época «. . . nosotros, que entre ciertos límites defendemos el actual eclecticismo en arquitectura, no podemos dejar de ver con pena la frecuente inobservancia de los sanos preceptos del arte» (Portuondo 1877, 2: 34); se alineaba con la opción neorrenacentista, donde perduraban las reglas compositivas clásicas, opción que consideraba generalizada «. . . si existe una arquitectura moderna, si hay algún estilo en nuestros días, que no sea la continuación del Renacimiento o las reminiscencias de los anteriores» (Portuondo 1877, 2:34); creía conveniente el conocimiento de los principios de Vitruvio «. . . pero lo que es muy importante y esencial es dar a conocer los preceptos de Vitruvio sobre las combinaciones de estos elementos, porque, como vamos a ver, son los que generalmente observa y aplica la arquitectura moderna» (Portuondo 1877, 2: 6) , y suspendía el juicio cuando el hierro era el material principal de la construcción, la arquitectura moderna no estaba en condiciones, todavía, para señalar preceptos artísticos en relación con el carácter de las nuevas construcciones, aunque reconocía las cualidades expresivas del material, utilizado en estaciones de ferrocarril, grandes almacenes, mercados, galerías y pasajes cubiertos en las ciudades, «. . . verdaderos monumentos de nuestros tiempos» (Portuondo 1877, 2:42). No obstante valora los órdenes y los estilos como bases indispensables, pero insuficientes, para asumir con garantía la creación arquitectónica. Los principios no determinan de un modo absoluto la expresión artística, es necesario conocer las circunstancias que afectan al objeto arquitectónico: el destino

de la obra, las necesidades y conveniencias. Hace incluso una reflexión acerca de las facultades innatas que debe poseer el arquitecto para ser capaz de dar a luz una auténtica obra de arte, «. . . a nadie puede extrañar que en arquitectura suceda lo que en la pintura, en la escultura, en la misma poesía...Se aprende la rima, el metro, el acento, etc. . . ;se llega a saber hacer versos correctos, doctamente limados. . . ; pero ¡cuanta distancia media desde esto a ser poeta!» (Portuondo 1877, 2:57).

En ese proceso, el pensamiento arquitectónico, la idea, como respuesta al estímulo de una necesidad concreta, antes incluso de cualquier configuración gráfica, debe precisar su relación con el fin último del edificio «. . . un estudio profundo de todas y cada una de las necesidades, de todas y cada una de las conveniencias, y una concepción clara de las condiciones que el destino del edificio exige, son la garantía más firme y el medio más seguro de formar un programa bueno, completo, bien ordenado» (Portuondo 1877, 2:362). El establecimiento de un programa de necesidades y conveniencias debe ser, por tanto, el primer paso para ordenar y relacionar los usos que se traducirán a espacios, cuando la idea se dibuje primero, y se construya después, y «. . . la base de un buen proyecto» (Portuondo 1877, 2:361).

En el método, Portuondo, es también deudor de Durand. Las dificultades que surgían cuando se pretendía formar arquitectos capaces de dar respuestas adecuadas a los nuevos problemas que la multiplicación de los objetos arquitectónicos planteaban, se analizaban minuciosamente por Durand, en el Précis des leçons d´Architecture, refería, en cada caso, las ventajas e inconvenientes de los posibles métodos a utilizar, consideraba, «. . . de acuerdo con lo que nos indica la razón, de acuerdo con los métodos en uso en las escuelas de ciencias y de artes, donde se enseña a los alumnos a caminar desde lo simple a lo complejo, de lo conocido a lo desconocido» (Durand [1819]1981, 20), que se debía partir, después de haber expuesto los principios

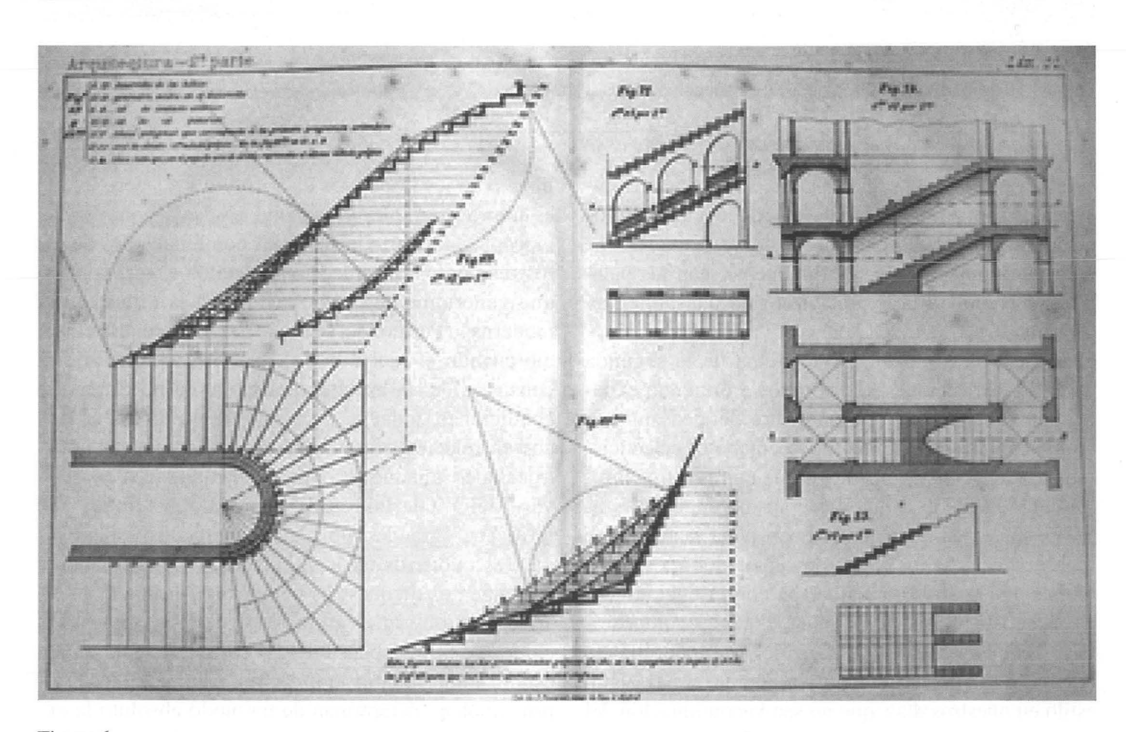


Figura 6
Lámina 21 de Portuondo. Lecciones de Arquitectua. Atlas. Segunda parte.

generales, del conocimiento de los elementos de los edificios, en relación con los distintos materiales que pudiesen ser utilizados en su construcción, y de las formas y proporciones de los mismos. «Cuando nos hayamos familiarizado bien con estos distintos objetos, que son a la arquitectura lo que las palabras son al discurso y las notas a la música, . . . veremos: 1° como se deben combinar entre ellos. . . 2° como, por medio de estas combinaciones, se llega a la formación de las diversas partes de un edificio. . . 3° como a su vez hay que combinarlas al componer el conjunto de los edificios» (Durand [1819]1981, 21). El método se completaba con la consideración de las exigencias generales de la arquitectura y el análisis del mayor número posible de edificios.

De nuevo el aspecto utilitario o funcional se pone de relieve, en la obra de Portuondo, al considerar la finalidad específica del edificio en el momento de iniciar el proceso de su definición, que comienza en la fase denominada composición en la práctica o el ejercicio de la arquitectura, como proceso inverso al método de aprendizaje, «. . . la razón natural así lo indica: el niño aprende primero las letras, las sílabas y las palabras después, y llega al fin a la gramática y la lógica; pero cuando ya tiene su razón ilustrada, al escribir, al hablar, al expresar sus ideas, no pasa de la palabra al pensamiento; que del pensamiento salen naturalmente las palabras que lo retratan: esto aplicado a la arquitectura, es lo que se llama "composición"» (Portuondo 1877, 1: XXXV). La utilización que se presupone de cada construcción debe ser pormenorizada en cada fragmento del espacio que acota como propio. «. . . el programa ha de expresar el número y los respectivos usos de cada una de las salas, piezas o habitaciones que el destino del edificio reclama» (Portuondo 1877, 2: 361), para facilitar la expresión formal de la idea y «. . . el alejamiento de toda cuestión accesoria, y la postergación de todo lo que sea más dibujo, más novedad y efecto puramente artístico, que posibilidad práctica de ejecución económica, y de satisfacción del objeto principal, esencial, íntimo de la obra» (Portuondo 1877, 2: VII). La confección del programa de necesidades y conveniencias es el momento en que las ideas se ordenan, se jerarquizan, se relacionan. El número y la extensión aparecen como un paso intermedio entre el concepto y la representación gráfica. Es el momento de establecer el principio de armonía «. . . imitemos a la naturaleza en sus procedimientos, ya que es esta la verdadera imitación que debe hacer la arquitectura» (Portuondo 1877, 2:401), para que todas las partes del edificio, subordinadas unas a otras y todas al fin esencial del mismo, manifiesten su unidad orgánica.

Portuondo no fue ajeno al debate más característico de la arquitectura del siglo XIX, que se centraba en la búsqueda del estilo de la arquitectura moderna. Entendía el estilo como una cualidad intrínseca de la arquitectura, que sólo es auténtica cuando esta responde a las necesidades que la han hecho posible, cuando refleja el carácter de la sociedad concreta en cuyo seno se ha gestado. «...No se puede desconocer que existe siempre una misteriosa ley de correspondencia entre las condiciones materiales, las cualidades físicas de un objeto y las propiedades morales y facultades intelectuales del hombre que lo ha creado, y generalizando la observación, podríamos decir, del pueblo y de la época a que pertenece. Diríase que aquellas son la expresión y la fisonomía que retratan a estas» (Portuondo 1877, 2:401).

Los cambios de estilo, por consiguiente, se operan cuando se producen transformaciones sociales importantes que afectan al modo de ser y de expresarse los pueblos, circunstancias, que según Portuondo, no se dan en su momento, en su siglo, cuando «...las mudanzas son tan frecuentes como efímeras y pasajeras» (Portuondo 1877, 2:404). No existe, por tanto, un estilo moderno, se imitan los estilos conocidos, y se justifica la elección en motivos diversos. Luciano Patetta, refiriéndose al medievalismo afirma «...en este revival alcanzan la máxima claridad dos órdenes de problemas tendentes siempre a las recuperaciones de expresiones del pasado llevadas a cabo por la cultura burguesa: la de cargar las elecciones estilísticas de motivaciones ideológicas, y a veces políticas, sociales, religiosas, nacionalistas etc.; y la de dar vida a una Arquitectura nueva y moderna, que responda a las exigencias de sinceridad y utilidad y a las concepciones de progreso de la época» (Patetta 1997, 359-60). Portuondo optaba por el modelo que ofrecía la arquitectura griega, y justificaba su elección en la racionalidad: si en la arquitectura griega brilla la verdad y la pureza y todas las cualidades que la razón y el gusto exigen a las producciones artísticas, la imitación de lo esencial de aquella forma de expresión, adaptada a las circunstancias del espa-

cio y tiempo presentes, no es falta de imaginación ni servilismo, «. . . pues qué ¿se querría acaso que nos opusiéramos al espíritu de la verdad?» (Portuondo 1877, 2:404).

La opción por el leguaje clásico, que ya se ponía de manifiesto en la Disertación de Zarco del Valle, que se mantiene en Portuondo, volverá a ponerse en evidencia cuando se realice el proyecto de la fachada de la Academia en 1905.

Lista de referencias

Durand, J.N.L. [1819] 1981. *Compendio de lecciones de arquitectura*. Madrid: Pronaos.

Patetta, Luciano. 1997. *Historia de la arquitectura* [Antología crítica]. Madrid: Celeste ediciones.

Portuondo y Barceló, Bernardo. 1877. *Lecciones de arquitectura.* Madrid: Imprenta del Memorial de Ingenieros.

Reynaud, Léonce. 1867. *Traité d'Architecture*. París.

Vilder, Anthony. *El espacio de la Ilustración*. Madrid: Alianza Forma.

Visto o Revocado. Consideraciones sobre la ejecución de fábricas de ladrillo

Julián García Muñoz

A mediados del XIX arrancaban en Francia, Italia e Inglaterra las que habrían de ser, durante buena parte del siglo XX, principales corrientes de opinión sobre la restauración-conservación del patrimonio arquitectónico. Si la ilustración había reivindicado un modelo racional, con base en la arqueología, para la intervención en los edificios de interés artístico, el XIX introduce —bien de la mano del método de reproducción estilística ideal de Viollet-le-Duc, bien de la de Ruskin y su romántica valoración de la ruina— un componente esteticista, que da tanta importancia al elemento intervenido como a la intervención en sí. Los planteamientos parcialmente enfrentados del italiano Boito, que en su método moderno, ya en 1.883, defendía la necesidad de evidenciar la diferencia entre las partes original y restaurada, necesitarían de algunos años y varias *Cartas del restauro* para ser aceptados de una forma más general.

En España, la influencia de los planteamientos de Viollet-le-Duc empieza a hacerse evidente desde finales del XIX. Narciso Pascual y Colomer, Manuel Aníbal Álvarez y Amoroso, el Marqués de Cubas, Juan de Madrazo o Ricardo Velázquez Bosco fueron, en palabras de Enrique Martínez Tercero, «los más, respetuosos con los edificios; otros, excesivamente puristas buscando un modelo que nunca existió» (Martínez Tercero 1999). Lo cierto es que la implantación en la península del modelo de restauración-conservación de tradición decimonónica acabó por unirse a la reivindicación de cierto tipo de arquitectura presuntamente autóctona, para la que se deseó que el ladrillo a cara vista funcionara como elemento unificador, dotándola de una cohesión que no siempre existía. Una cohesión que interesaba a los defensores del modelo unificador, y en aras de la cual se restauraron a cara vista fábricas que no habían sido concebidas así originalmente. Como consecuencia, en fin, de la asunción simplificada de algunos planteamientos teóricos del XIX, el descarnado de los muros y la puesta a la vista de piedra y ladrillo pasó a consolidarse como moda (en los sentidos estético y matemático del término) durante gran parte del siglo XX. Los problemas que entrañó este presunto purismo —desde el deterioro de las fábricas por su puesta a la vista, hasta la eliminación de revocos de valor artístico— acabarían resultando evidentes pocos años más tarde.

El deseo, por parte de algunos sectores, de solucionar técnicamente estos problemas conllevó la lógica revalorización de las propiedades prácticas y estéticas de enlucidos y revocos. Algo que coincidió, a lo largo del último tercio del siglo pasado, con las voces que se alzaron reclamando que la verdadera voluntad de los creadores de muchos de los edificios tardorromanos, románicos, góticos o renacentistas de la península no era que el ladrillo quedase visto; el revestimiento (fueran yesos, cales, o simples pinturas) habría sido previsto, en la mayor parte de los casos, desde el momento en que se concibió el edificio, y era parte fundamental en él. Enlucidos y revocos, decorados en mayor o menor medida, eran, en realidad, los elementos que definían originalmente la estética definitiva de estos edificios.

A la sombra de estos planteamientos parece haber surgido un *purismo distinto*. Algunos estudios actuales parecen afirmar no ya que muchas de estas fábricas —ciñéndonos ahora exclusivamente a las de ladrillo cerámico— se concibieran para ser recubiertas, sino que en todos los casos era así:

> El hecho de que se encuentren actualmente edificios pertenecientes al patrimonio arquitectónico con sus estructuras totalmente al descubierto, sin recubrir, debido a la falta del continuo mantenimiento que estos materiales requieren o a una consciente eliminación mecánica de los mismos como consecuencia de una variación en la atribución de valores, no nos tiene que hacer pensar en la posibilidad de que estas estructuras no hayan estado nunca revestidas, al contrario; desde la antigüedad todos los edificios hechos con ladrillo, piedra o barro han sido revestidos con morteros y capas de color. Sólo en casos de edificios de relevante importancia, las fábricas estaban formadas por piedras regulares y de gran calidad que no necesitaban de ningún revestimiento ni para mejorar sus cualidades protectivas ni para mejorar sus cualidades de color. En los demás casos la estructura estaba siempre recubierta de morteros de distinta naturaleza y color (Iglesias Martínez 1996).

Es obvio que esto es una reacción frente a la idea, generalizada ya entre la opinión pública, de que el original se encuentra en el ladrillo descarnado. Las opiniones autorizadas, como en el caso del texto anterior, son conscientes de la imposibilidad de afirmar tajantemente que el ladrillo a cara vista no se empleara en la antigüedad. Lo cierto es que existen, en la actualidad, pruebas documentales suficientes para afirmar que la gran mayoría de las edificaciones (construidas en periodos y localizaciones determinados, lógicamente) cuyos muros se descarnaron en las restauraciones presuntamente historicistas mencionadas con anterioridad, no habían sido planteadas originalmente así. Sin embargo, conviene recordar que la tradición del ladrillo colocado a cara vista existe desde muy antiguo, y que su continuidad puede rastrearse en la península, con altibajos, desde la primera dominación romana hasta la actualidad.

Breve historia

Que el ladrillo se empleó a cara vista en la tradición de la obra romana es algo sobradamente conocido. Antonio Castro recoge en su *Historia de la construcción arquitectónica* algunos de los ejemplos más evidentes en este sentido:

> Parece evidente que la capacidad expresiva del ladrillo fue entendida y se usó visto. En el mercado de Trajano, proyectado por Apolodoro de Damasco y construido desde el 110 al 112 d. C., la cuidada ejecución de las fábricas y el valor decorativo de las jambas y dinteles hace verosímil que se trate de una obra de este tipo . . . En Ostia son innumerables los edificios cuyo cuidado aparejo hace difícil pensar en un revoco posterior . . . En el siglo II se impone la arquitectura funeraria enteramente construida de ladrillos, llegándose a resultados muy notables, como el de la tumba llamada de Annia Regila, con entalladuras bastante complejas (Castro 1996).

Contrariamente a lo que sucedió en algunas zonas de Europa, esta tradición no desapareció —parcialmente— tras la desintegración del imperio, sino que gozó de cierta continuidad en las construcciones musulmanas. Las aportaciones del arte andalusí se cimentaron en materiales y procedimientos de ejecución de raíz romana, a menudo filtradas durante el periodo visigodo. Los trabajos de Isidro Bango o Gonzalo Borrás indagan frecuentemente en la búsqueda de estas raíces en materiales y procedimientos:

> En esta primera mezquita hay numerosos elementos de tradición local, romana y visigoda, como los materiales reaprovechados, el aparejo del muro a soga y tizón, el modillón de rodillos, que deriva del acanto clásico, la alternancia de sillar e hiladas de ladrillo en las dovelas de los arcos; mientras que otros constituyen, sin duda, un aporte omeya, como la planta de la mezquita . . . El arco de herradura es de tradición romana, aunque no privativo del arte andalusí, mientras que la superposición de arquerías, que formalmente encuentra precedentes locales en el acueducto romano de Mérida, ya se había dado en la gran mezquita de Damasco (Borrás 1996).

Durante la reconquista, muchos de estos modos y técnicas se mezclaron con los de los reinos cristianos. Tras la toma de Granada en 1492, la llegada del renacimiento supone un nuevo resurgir de esta tradición, apoyada probablemente en la nueva influencia del arte italiano en Europa:

> Otra gran innovación [durante el renacimiento], derivada inmediatamente del uso de la albañilería, fue la valoración de la obra vista de ladrillo como un acabado noble (Castro 1996).
> El ladrillo se emplea ya en la década de 1560 en las

obras reales filipinas, concretamente en dos obras contemporáneas, como son el palacio de Aranjuez y la fachada de la iglesia conventual de las Descalzas reales. La novedad debía proceder de Italia, ya que los arquitectos de estas obras fueron el romanizado Juan Bautista de Toledo y, según algunos autores, el ingeniero militar italiano Francesco Paciotto. Su empleo —cajas de ladrillo rosado visto y pilastras, fajas o molduras de piedra— pasó de inmediato a otras obras de ámbito regio y así podemos encontrarlas, ya en la siguiente década, en la fachada meridional y la caja de escalera del Alcázar de Toledo, por ejemplo, trazadas por el arquitecto Juan de Herrera. Es muy posible que este uso doble fuera el responsable del empleo del ladrillo, finalmente visto incluso en grandes superficies, de fines del siglo XVI —como por ejemplo en la fachada de la iglesia de las Bernardas de Alcalá de Henares, de Juan Gómez de Mora— y otras muchas obras conventuales de comienzos de la centuria siguiente, aunque no siempre podamos afirmar con rotundidad que no estuvieran enlucidos estos muros de ladrillo y que su revoco no se haya perdido con el transcurrir de los años (Marías 1989).

Algo que habría de perdurar a lo largo de los siglos XVII y XVIII hasta llegar a los nacionalismos del XIX y XX, momento en el que la técnica de fabricación de las piezas cerámicas se había desarrollado suficiente como para utilizar ladrillos prensados y aplantillados:

> En los siglos XVII y XVIII se construyen edificios de ladrillo en los que . . . , en las zonas ladrilleras de Castilla, se deja el ladrillo visto, no solamente sobre las zonas ornamentadas con ladrillo sino también en los grandes paramentos ciegos (Camino, 2000).
> En ciertas obras, en las que se desea presentar un vistoso frente, se emplean ladrillos perfectamente fabricados o de poco tendel, los cuales tienen en las caras que han de servir de lecho y sobre lecho, un rebajo con el objeto de que el mortero que los sujete esté encerrado en esta cavidad presentando así una junta finísima. Además, tienen raspados los cantos que han de quedar a la vista sobre una piedra de arena y sacadas perfectamente sus aristas. Se procurará que el espesor de las juntas sea uniforme, de unos 0m002 con el objeto de hacer la fábrica bien a hueso. El ladrillo dispuesto así se llama agramilado, y donde es de buena calidad forma una fábrica muy sólida a la par que vistosa y de gran coste y que imitan los pintores en las fachadas (Ger y Lóbez 1869).

Existe, entonces, una tradición relativamente continua con respecto al diseño y la ejecución de fábricas de ladrillo a cara vista. Esto no debe hacer pensar que ésta sea la *tradición principal*, ni tampoco que haya sido el común denominador, a lo largo de la historia, de ningún nacionalismo consciente.

Del mantenimiento y los orígenes

Para llevar a cabo un análisis correcto acerca de la tipología original de una fábrica concreta es necesario, en cualquier caso, aislar dos cuestiones que aparecen frecuentemente mezcladas en los estudios sobre el tema: de un lado debe estudiarse la conveniencia de la aplicación de revocos como método tradicional de conservación de las fábricas —en tanto que elementos estructurales, obviamente— y las nuevas posibilidades que ofrecen los tratamientos actuales. De otro, se analizará la voluntad con que ésta se ejecutó originalmente. Ambas cuestiones deban estudiarse por separado: el hecho de que un paño se diseñara en ladrillo a cara vista y se ejecutara como tal no quiere decir que la restauración más conveniente sea exactamente esa.

Es cierto que revocos, enlucidos y otros revestimientos han sido las mejores protecciones tradicionales para las fábricas. Si muchas de ellas han llegado hasta nuestros días —incluidas algunas de las fábricas originalmente vistas— se ha debido a la protección de los revestimientos que las cubrían. La importancia del revestimiento puede, además, ser mucha: en restauraciones concretas puede darse el caso de que, aunque el paño que se desea tratar se ejecutara en origen con fábrica a cara vista, los revocos, frescos, etc. que las sucesivas intervenciones hayan introducido sean de mayor interés que el paño de ladrillo oculto. El revestimiento también puede entenderse, además, como parte de esas señas de identidad que se reclamaban únicamente para el ladrillo.

Conviene no olvidar, sin embargo, que los revestimientos necesitan ser mantenidos y renovados periódicamente, y que para el agarre del nuevo revestimiento es necesaria una superficie rugosa, lo que suele implicar el picado —y consecuente deterioro progresivo— del paramento original. En la actualidad existen sistemas que complementan o sustituyen a los revestimientos tradicionales, mejorando sus propiedades y permitiendo una mejor conservación de las fábricas. El análisis que sobre la evolución de estos tratamientos realiza José Ramón Sola Alonso en *El origen del ladrillo y las tendencias históricas*

de los tratamientos de superficie es, en este sentido, sumamente objetivo y completo.

En cuanto a la voluntad con la que se levantó originalmente la fábrica, en este estudio se pretende ofrecer una pequeña guía de aquellas cuestiones que deben comprobarse a la hora de diferenciar una fábrica realizada a cara vista de una para revestir (esta es una simplificación del problema: evidentemente existen muchos más matices entre ambas). Sin embargo, las diferencias entre una y otra no siempre son evidentes, y los criterios que van a emplearse aquí para diferenciarlas pudieron ser muy distintos en el pasado; de hecho, incluso en la actualidad podemos encontrar obras de fábrica vista que, por diferentes motivos —desde la voluntad expresa del autor del proyecto hasta la falta de especialización de los operarios que intervienen en su ejecución— no cumplen exactamente los criterios que aquí se establecen para diferenciar uno y otro tipo (figs. 1, 2 y 3).

De la identificación de muros de fábrica de ladrillo ejecutados a cara vista

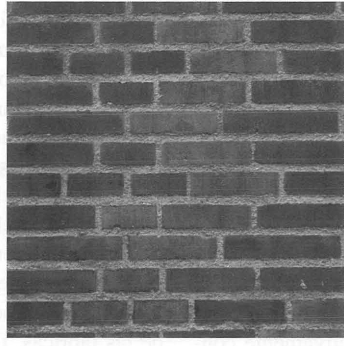
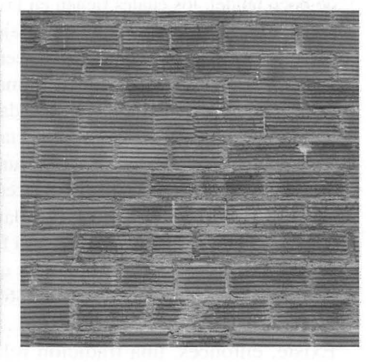
A continuación pretende ofrecerse un resumen de aquellos elementos que más fácilmente permiten evaluar la condición de *vista* o *para revestir* de una fábrica, en función de los materiales empleados y de su ejecución. Evidentemente, lo primero que debe hacerse es ubicar el edificio objeto de estudio en un contexto histórico concreto, para analizar las posibilidades técnicas y materiales con las que contaban los diseñadores y constructores del momento. Pero esta ubicación de la fábrica en su contexto debe servir también para matizar la concepción de qué cosa podría, en el periodo que se estudia, considerarse digno acabado de un paramento:

> Desde el muro de obra vista de ejecución más esmerada hasta un amontonamiento de piedras aparentemente caótico, todo lo que se construye responde a unas exigencias previas que son, de alguna forma, intemporales . . . En ningún caso se podría asignar a cada una de ellas un nivel de calidad basándonos en la técnica empleada . . . , lo que está claro es que en cada caso se pretendió conseguir una finalidad distinta y que el trabajo se orientó en esa dirección (Castro 1996).

Sobre los materiales: el ladrillo

Obviamente, se entiende que las obras de fábrica vista emplean las piezas más precisas, homogéneas y resistentes a la intemperie que puede producir cada época. Pero hay, además de esta, otras cuestiones relativas al tipo de pieza empleado que proporcionan información en este sentido.

De un lado, debe estudiarse hasta qué punto se han empleado piezas especialmente seleccionadas. El sistema tradicional de fabricación del ladrillo de tejar puede implicar diferencias importantes entre las piezas, tanto en lo relativo a su coloración como a sus dimensiones. Estudios sobre la fabricación de ladrillo mediante procedimientos similares en la actualidad, realizados en la provincia india de Anantapur por

Figuras 1, 2 y 3
Las diferencias entre fábricas vistas y fábricas para revestir no siempre son demasiado evidentes.

alumnos de la Universidad SEK (probablemente más veraces, pese a las diferencias en el material, que los que se puedan realizar en las fábricas que aún hoy hacen ladrillo de tejar en España, ya que éstas están sometidas a estrictos controles de calidad) han contrastado fuertes diferencias de coloración, y comprobado que se producen variaciones en la dimensión principal de las piezas (de 30 cm en origen) de hasta 3 cm. La utilización de piezas de gran homogeneidad corresponde, por ello, tanto a un cuidado control de la ejecución de la pieza como a una selección rigurosa de las mismas. Aunque las llagas y tendeles de gran espesor pueden absorber, parcialmente, estas diferencias de tamaño, parece lógico suponer que el empleo de piezas especialmente homogéneas —bien sea a través de la selección, bien a través del recorte de alguna de sus dimensiones para ajustarse al aparejo— se deba la voluntad de ejecutar una fábrica vista.

De forma similar debe entenderse el empleo de piezas especiales en algunas zonas de las fábricas. Esquinas no ortogonales, molduras o pilastras ofrecen una información importante en este sentido (fig. 4). El empleo de piezas fabricadas específicamente para adaptarse a las esquinas —y no de ladrillos desmochados de forma más o menos tosca— puede también ser un indicador de cual era la tipología que se deseaba para el paño.

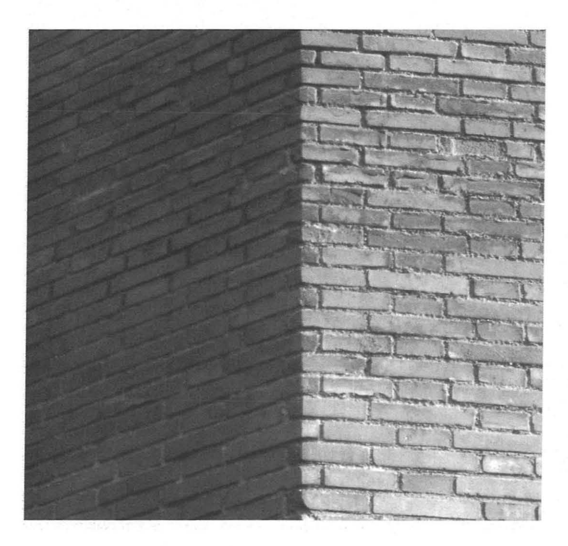


Figura 4
Empleo de piezas especiales en fábricas de ladrillo visto.

Sobre los materiales: el mortero

Nuevamente en el caso del mortero, el empleo de morteros de cierta calidad es el indicativo principal de que se pretende una fábrica vista. En fábricas de varias astas, también puede serlo el uso de morteros diferentes para las zonas de interior, normalmente con menor carga de material de fraguado, frente a las zonas vistas, en las que se suele emplear un mortero más resistente. También la coloración homogénea, sobre la que influyen tanto la limpieza y homogeneidad del árido como el conglomerante y el agua empleada en su ejecución, dan idea del cuidado puesto a la hora de levantar la fábrica.

Sobre la ejecución: consideraciones generales

Aún hoy, la ejecución de fábricas de ladrillo visto se lleva a cabo, en muchos aspectos, de la misma forma en que viene haciéndose desde sus primeras manifestaciones. La evolución histórica de estos procedimientos puede seguirse en la texto de Pierre Chabat *La brique et la terre cuite. Etude historique de l'emploi de ces materiaux, fabrication et usages, motifs de construction et de decoration choisis dans l'Architecture des diferents peuples*. En lo que afecta a las cuestiones tratadas, el proceso actual de ejecución de una fábrica de ladrillo visto es, en síntesis, el siguiente:

Tras un replanteo inicial con azulete y tarjetones de yeso, la fábrica se materializa en seco sobre el soporte de la hilada de arranque. En el caso de las fábricas de ladrillo visto, el replanteo debe respetar la medida de los múltiplos de la pieza empleada, en función del aparejo elegido. Para el alzado de los muros se colocan entonces, en cada esquina de la planta, varias miras rectas, marcadas con un escantillón en la altura de cada hilada. Igualmente, se disponen miras aproximadamente cada 3 o 4 m. en tramos rectos, y también en todas las zonas de quiebros o mochetas. Se tienden cordeles entre las miras, alineados con estas marcas, y se elevan con la altura de una o varias hiladas a medida que se ejecuta la fábrica, para asegurar su planeidad y la horizontalidad de los tendeles. En las miras se marcan también los niveles correspondientes a dinteles y antepechos de los huecos previstos en la fábrica. Partiendo del replanteo horizontal en seco de cada pieza, se marca obre el

hilo tanto su posición exacta como la de su complementario en la hilada superior. Las dimensiones de todos los elementos de fachada, tanto las zonas ciegas como los huecos de luces o de paso, se diseñan teniendo en consideración la modulación del ladrillo y la suma de juntas entre piezas que se utilice en su ejecución. El ladrillo se coloca con distintos tipos de mortero —en la actualidad, principalmente de cemento y bastardos— y siguiendo diferentes técnicas tradicionales —restregón, bofetón, etc. Ejecutadas cuatro o cinco hiladas, la fábrica se repasa con un llaguero; finalizado el paño, se limpia y se iguala.

El correcto seguimiento de este proceso por parte del oficial conlleva un alto nivel de homogeneidad formal en la fábrica, muy distinta a la que encontramos en el caso de las fábricas de ladrillo tosco para revestir. Esta condición homogénea se manifiesta tanto en la regularidad de llagas y tendeles como en la perfecta horizontalidad y verticalidad de ambos. Al levantar una fábrica de ladrillo tosco no se marcan las piezas, generalmente, sobre el hilo, de modo que es frecuente encontrar discontinuidades en la alineación vertical de las llagas. En algunos casos, además, el hilo, que en teoría debe servir para garantizar la horizontalidad de las hiladas, sólo se emplea para definir el plano principal del muro, lo que genera desviaciones en los tendeles.

Los asientos diferenciales del terreno, los movimientos de la estructura o las pequeñas reformas —apertura de huecos, etc— pueden, con el paso del tiempo, modificar esta regularidad; algunas constantes permiten intuir si existió en la construcción original. La principal es la continuidad en la línea teórica que une las llagas de hiladas alternas. Si en ésta no se producen cambios bruscos, y su ausencia de verticalidad tiene correspondencia en la horizontalidad del tendel y ambos forman un ángulo sensiblemente recto —además, evidentemente, de que sea posible reconocer grietas o fisuras que hayan podido ser tapadas en actuaciones previas— posiblemente su falta de homogeneidad no se deba a una ejecución poco cuidada, sino a problemas posteriores.

Sobre la ejecución: Los detalles

En las fábricas a cara vista siempre se ha procurado utilizar, lógicamente, piezas enteras. El empleo de ladrillos terciados y tacos es propio de fábricas para revestir. En los casos en los que, por problemas en la modulación, deban insertarse piezas de distinto tamaño al del módulo o su mitad en una fábrica de ladrillo a cara vista, lo usual es que éstas se coloquen en las zonas de dintel, donde es más fácil que pasen desapercibidas. De forma similar se procede con los ajustes en los aparejos. Esto no se mantiene, generalmente, en las fábricas para revestir, ya que el empleo de ladrillos terciados minora el enjarje entre piezas y, con ello, la resistencia al esfuerzo cortante del paño. Desplazar este problema a las zonas de dintel tiene por ello, generalmente, motivos estéticos (aunque también alguno de orden práctico: son necesarias menos piezas cortadas y, además, puede que lo que la fábrica desee sea ajustarse a un hueco predeterminado).

También puede ser objeto de estudio el empleo de aparejos complejos, o de inserciones de aparejos distintos al principal, sin una clara motivación estructural. Los ladrillos colocados a sardinel, por ejemplo, son usuales en dinteles y pasos de forjado. Si aparecen en otras ubicaciones, será importante determinar hay en ello una motivación estructural o estrictamente estética.

El empleo de resaltos de todo tipo, bien sean verdugadas, pilastras, jambas o dinteles también debe ser estudiado. El grueso previsto para el mortero entre verdugadas, por ejemplo, puede dar idea de si se deseaba que estas fueran vistas o no. Otros detalles menores, como la existencia de cajeados para albergar las instalaciones originales —bajantes, etc— en lugar de rozas, también aportan información en este sentido.

Sobre la ejecución: Las huellas

El proceso de ejecución de cualquier fábrica suele dejar sobre ésta una serie de huellas que deben ser tenidas en cuenta a la hora de determinar su tipología. Una de las principales es el llagueado del mortero de la fábrica (un dato que, en ocasiones, resulta difícil recabar, ya que depende de la correcta conservación de este último). No parece lógico llaguear fábricas para revestir. En caso de que esto se haga, la intención del llagueado será la de mejorar el agarre del revestimiento, de manera que no se tratará de una operación de carácter *estético*. Los llagueados curvos, biselados o con rehundidos muy cuidados son propios de fábricas vistas.

Otras huellas que aportan información en este sentido son las zonas de mortero que quedan adheridas a las miras verticales durante la ejecución de la fábrica. En muchas ocasiones, el primer llagueado del paño se lleva a cabo antes de retirar estas miras. El mortero fragua adherido a ellas; tras retirarlas, el oficial debe intentar igualar las zonas endurecidas con el resto de las zonas llagueadas. Muy a menudo, aparecen en las fábricas terminadas huellas de este problema, generalmente en las esquinas de los muros y en líneas verticales cada 3 o 4 m. (fig. 5). Rastreando estos restos, podremos saber cual era la separación con la que se disponían estas miras, si se colocaban en todos los huecos, etc. El criterio más riguroso correspondería, lógicamente, a las fábricas vistas.

Todas estas consideraciones parten de una base práctica actual, no histórica, ya que no desean centrarse en ningún periodo concreto. Todavía hoy el ladrillo se coloca en nuestro país de un modo relativamente artesanal, aunque su fabricación —comparativamente— sí ha evolucionado, tecnificándose de forma progresiva. Los modos antiguos difirieron, en esta y otras cuestiones, de los que aquí se citan, pero la esencia de unos y otros, que es la que ha dictado estos apuntes, es la misma.

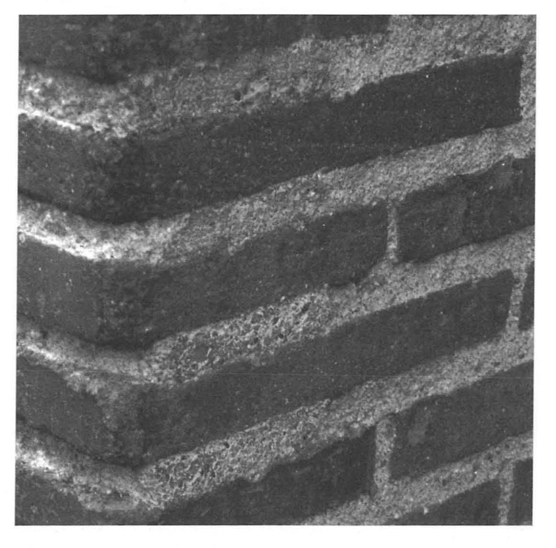


Figura 5
Huellas del mortero bajo mira en el tendel.

Lista de referencias

Camino Olea, Soledad. 2000. La fachada de ladrillo al descubierto. En *Actas del Congreso Internacional sobre Restauración del Ladrillo.* Valladolid: Instituto Español de Arquitectura.

Castro Villalba, Antonio. 1996. *Historia de la construcción arquitectónica.* Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

Chabat, Pierre. 1881. *La brique et la terre cuite. Etude historique de l'emploi de ces materiaux, fabrication et usages, motifs de construction et de decoration choisis dans l'Architecture des diferents peuples.* París: Libraires-Editeurs.

Ger y Lobez, Florencio. 1869. *Manual de construcción civil.* Badajoz: Imprenta de D. José Santamaría.

Iglesias Martínez, María Cruz. 1996.Análisis del doble papel de los morteros tradicionales de cal utilizados en los muros de fábrica tradicionales: su función decorativa y su función protectiva. En *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción.* Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Marías, Fernando. 1989. *El largo siglo XVI.* Madrid: Taurus.

Martínez Tercero, Enrique. 1999. La restauración consciente en el siglo XIX. Recuperación de arquitecturas y ciudades medievales. En *Teoría e historia de la rehabilitación.* Madrid: Munilla.Lería

Sola Alonso, José Ramón. 2000. El origen del ladrillo y las tendencias históricas de los tratamientos de superficie. En *Actas del Congreso Internacional sobre Restauración del Ladrillo.* Valladolid: Instituto Español de Arquitectura.

El edificio como fuente de información. Particularidades de las soluciones constructivas. El Palau de Llutxent (Valencia)

María Isabel Giner García

El Palau de Llutxent ha resultado ser un ejemplo significativo, donde la escasa información documental respecto a la historia de su construcción ha sido relegada por el edificio en sí mismo como principal fuente de información.

No obstante, y pese a lo dicho con anterioridad ha sido necesario el apoyo complementario, de ciertos conocimientos previos de otras ciencias con objeto de poder determinar con rigor el alcance de todos los factores que han influido en el proceso constructivo a lo largo de la historia del edificio. Para ello, se han llevado a cabo una serie de estudios previos realizados por un equipo multidisciplinar (arqueólogos, historiadores, restauradores, arquitectos y arquitectos técnicos), así como la experiencia in situ obtenida durante el seguimiento de los últimos trabajos de restauración y recuperación del monumento. De todos estos trabajos, han surgido consecuencias tales como que el conocimiento de los mismos ha ayudado a distinguir estilos, escuelas, o zonas así como a ubicar cronológicamente, o incluso al contrario, toda vez que los distintos elementos constructivos han aportado información sobre el momento concreto en que se produjo la reforma a lo largo de la historia del edificio.



Figura 1
La imagen muestra parte del edificio, concretamente su fachada sur y sus torres sur-este y sur-oeste, reflejando parte de sus técnicas constructivas y elementos arquitectónicos singulares

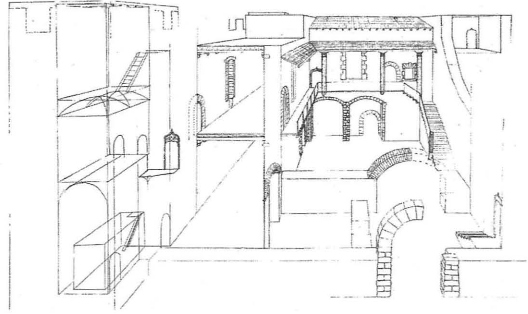


Figura 2
Reconstrucción de la segunda fase constructiva gótica del conjunto [imagen extraída del informe arqueológico]

Por tanto, tanto los estudios previos sobre artesonados y pintura mural como la excavación arqueológica, desde el punto de vista documental, han resultado trascendentes ya que han tratado de interpretar constructivamente la evolución histórica de un edificio que ha estado sometido a transformaciones constantes a lo largo de la historia. Concretamente la excavación arqueológica establece así el momento inicial de la construcción del Palau entre finales del s. XIII y principios del s. XIV.

El edificio

El palacio de Llutxent es un edificio construido a finales del s. XIII y perteneciente a la arquitectura militar defensiva, ya que fue levantado «ex novo» con planta de fortaleza. Presenta planta de forma cuadrada formada por cuatro alas configuradas alrededor de un patio central de 11x11 m. y jalonada por cuatro torres defensivas en las esquinas. A través de un arco de medio punto realizado en sillería se accede, desde la fachada sur, al patio central donde se encuentra el aljibe y la escalera que posibilita el acceso a la galería cubierta dando paso al interior de la planta noble. Desde dicho interior de la planta noble se accede a los distintos niveles de las torres a través de las cuales se llega al nivel de cubierta.

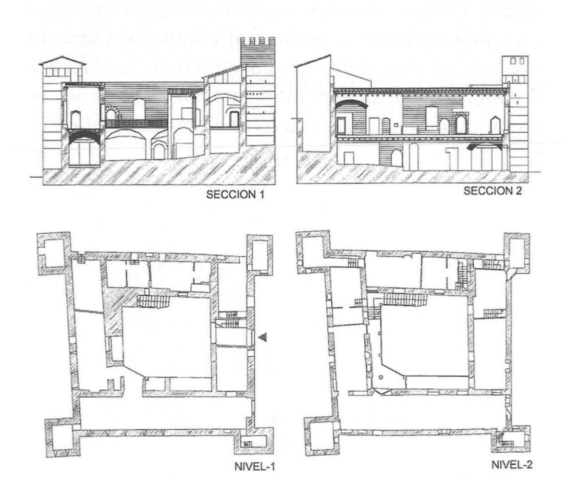


Figura 3
Desde la toma de datos in situ de todo el edificio, se elabora el correspondiente levantamiento gráfico, para localizar los elementos arquitectónicos objeto de un estudio con mayor profundidad, así como permitir tener una visión conjunta del mismo

Según los datos proporcionados en la intervención arqueológica «La técnica constructiva indica que la fortaleza se construye simultáneamente, trabando los lienzos del paramento exterior con las torres mediante un sistema de cremallera al menos en sus primeras tapias. Una vez cerrado el recinto se procede al levantamiento de las cuatro torres, abriendo un acceso en el torreón sud-oeste» (Martínez y Vila 2000).

A lo largo de la historia, el palacio sufrió reformas en varias ocasiones, por parte de sus moradores, para ser adaptado a las necesidades de los distintos usuarios así como a los gustos de cada época concreta, aportando como resultado una gran variedad de soluciones y técnicas constructivas, con la particularidad de tener que adaptarse a una edificación existente, lo que le confiere un interés añadido: «La fortaleza inicial a principios del s. XIV comienza a configurarse como residencia señorial con la habilitación de los espacios para tal fin y la incorporación de una serie de elementos arquitectónicos decorativos al gusto de la época» (Martínez y Vila 2000).

Entre las soluciones y técnicas constructivas más características y singulares empleadas en las diferentes intervenciones (s. XIII–XVIII) llevadas a cabo en el edificio, y que le confieren al conjunto un elevado valor patrimonial, se encuentran: estructuras murarias de tapias, diferentes soluciones abovedadas, forjados de piso de madera decorados, elementos de sillería, decoraciones en yeso, etc., destacando especialmente algunos restos de pinturas murales de época gótica (s. XIV) y decoración policroma de forjados de piso de madera (s. XIV–XV).

Particularidades de las soluciones constructivas

Estructuras murarias de tapias

El conjunto arquitectónico se caracteriza por poseer una estructura muraria en general basada en el sistema de la tapia como así lo muestra la huella dejada por su encofrado o tapial. Aunque en algunas ocasiones y debido a las reformas sufridas haya sido objeto de múltiples alteraciones con la incorporación de ele-

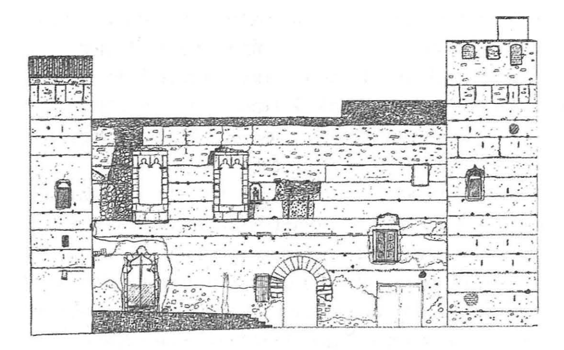


Figura 4
En la imagen se puede distinguir tanto los distintos tipos de estructuras murarias con las huellas de sus tapialeras, sus agujas, etc., como esos otros elementos característicos de la arquitectura militar defensiva, como son las almenas y las aspilleras. Así como otros añadidos posteriores, entre ellos elementos arquitectónicos de interés como la puerta de sillería de medio punto y los ventanales bíforos correspondientes a la reforma de la época gótica [imagen extraída del informe arqueológico]

mentos arquitectónicos ejecutados en sillería o en ladrillo. No obstante, esta generalidad se ve truncada por una cierta heterogeneidad, enriqueciendo así mismo constructivamente al edificio, y provocando sin embargo en ocasiones el deterioro de las propias estructuras murarias debido al carácter débil de alguno de sus constituyentes.

Las dimensiones de las tapias responden a una modulación aproximada basada probablemente en el codo musulmán de 46–47 cm, tal y como cita F.J. López Martínez en su artículo refiriéndose al tapial (letra cursiva añadida) «Se caracteriza por *sus medidas basadas en las del hombre*.» (López 1999). De esta manera, la altura correspondiente a una tapia sería aproximadamente de unos 92 cm equivalente a 2 codos, ejecutada por un encofrado o tapial formado por cuatro tapialeras continuando así con la modulación, y los espesores serían variables en función del nivel en el cual nos ubiquemos, así tenemos desde 2 codos en el nivel más bajo, pasando por codo y medio en el nivel intermedio y hasta 1 codo cm en el nivel superior. Aunque el edificio fue levantado en época de dominio cristiano, estas referencias al codo musulmán como unidad de medida indican que la técnica utilizada y la mano de obra eran musulmanas.

En el ámbito de la restauración llevada a cabo hasta la fecha, se han encontrado principalmente dos tipos de tapia atendiendo a la clasificación establecida por López Martínez, F. J. (1999). El primer tipo denominado de forma generalizada como tapia simple y específicamente como tapia de hormigón (fig. 6), está considerado como el más primitivo y se encuentra localizado de forma general en la torre noroeste y en el nivel más bajo del ala oeste. El segundo tipo podría englobarse dentro del denominado como tapias reforzadas en sus paramentos y específicamente tapia calicastrada, calicostrada o acerada (fig. 5), aunque con algunas reservas ya que en este caso la tapia incluye unos mampuestos de piedra más o menos planos aportando ese aspecto tan característico al paramento, localizándose a su vez en los niveles último e intermedio del ala oeste. Las diferentes localizaciones de estos dos tipos de tapia hacen referencia a dos momentos constructivos distintos aportando por lo tanto indicios de las posibles fases en las que se construyó el edificio.

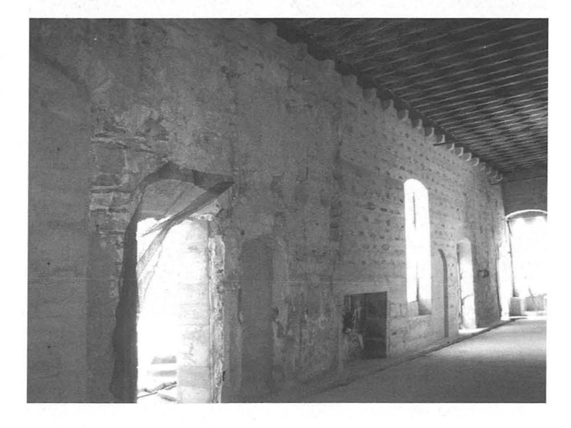


Figura 5
Lienzo de estructura muraria de tapia del ala oeste recayente al patio, del tipo tapias reforzadas en sus paramentos y específicamente tapia calicastrada, calicostrada o acerada, donde se aprecian los mampuestos de piedra más o menos planos que aportan ese aspecto tan característico al paramento, parcialmente reconstruido

Las torres que flanquean las esquinas constituyen unas piezas singulares dentro de todo el conjunto de estructuras murarias. Las torres junto con los para-

mentos que envuelven al edificio albergan esos elementos tan característicos como aspilleras y almenas coronando los muros, como respuesta a ese carácter defensivo a partir del cual se propició su construcción. La configuración de estas torres responde de manera genérica al mismo esquema:

> En ellas se definen cuatro niveles y terraza. La torre aparece subdividida en dos cuerpos que no aparecen comunicados entre sí. Cada uno de estos cuerpos dispone de dos niveles con acceso a cada uno de ellos a través de las dos alas del palacio. La torre dispone de una puerta de entrada desde el exterior, en su cara este, a través de la cual se accede a la planta baja, con cubierta abovedada y forjado intermedio, comunicada por el interior con el ala oeste. Al segundo nivel se accedería a través de un corredor exterior y de este a la cuarta planta por medio de una escalera de madera y, por el mismo sistema, de esta última a la terraza superior (Martínez y Vila 2000).

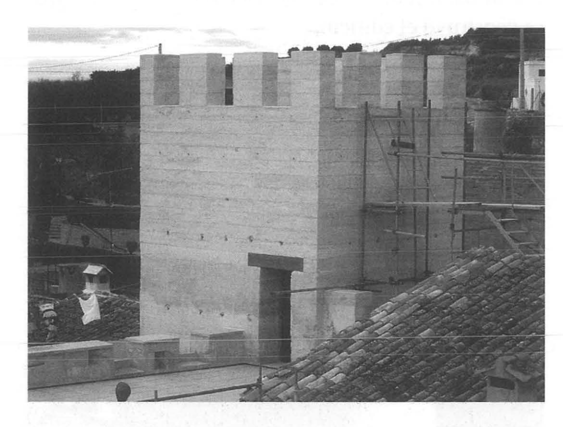


Figura 6
Torre noroeste restaurada atendiendo a su primitiva estructura muraria de tapia simple y específicamente como tapia de hormigón, con su acceso desde el nivel de cubierta del ala oeste. Se destacan sus almenas y las huellas de las tapialeras y de las agujas

Forjados de piso de madera decorados

De manera generalizada el Palacio está dotado de una especial forma de cubrir sus espacios no sólo al nivel de piso, sino que esta particularidad se hace extensiva incluso al nivel de cubierta. Esta peculiaridad nos aporta así mismo distintas variantes en la formación de forjados de piso de madera en su caso «. . . dependiendo de las distintas disponibilidades de madera, y lógicamente, de los presupuestos disponibles o del posible interés en crear una obra de cierta excepcionalidad» (Nuere 2000, 68).

Estos constructores emplearon de forma generalizada la solución más simple para construir un forjado de madera, la cual «consiste en la colocación de vigas sobre la coronación de dos muros paralelos, de modo que sirvan de soporte a cualquier elemento auxiliar con el que se cuaje la superficie pisable» (Nuere 2000, 58).

Así en la gran mayoría de los casos, dentro del conjunto aparecen forjados de piso o de cubierta realizados a base de un entramado de madera sobre el que apoyan las piezas cerámicas en forma de ladrillo manual macizo colocados para cuajar los vanos del entrevigado, y en otros casos lo hace a través de otro entramado de madera aunque en este caso los vanos del entrevigado se cuajan con tablas de madera. En ambos casos, se utilizan recursos como la policromía con el fin de obtener un resultado estético de gran valor artístico merecedor de su conocimiento así como de su recuperación, llamándose comúnmente artesonados, «Aunque el nombre de artesonado . . . hoy se emplea de modo genérico para distinguir cualquier techumbre valiosa» (Nuere 2000, 66).

Como se ha mencionado con anterioridad, no sólo nos encontramos con forjados de piso de madera sino que también están presentes los forjados de madera inclinados para formar cubiertas. Con respecto a los forjados de madera inclinados «no constituyen auténticas armaduras de cubierta,. . . su estudio es el mismo que el de los forjados de piso» (Nuere 2000, 87). Por lo tanto:

> se puede convertir una solución propia de un forjado de piso en una sencilla estructura de cubierta, sin más recurso que dotar a dicho forjado de una tímida pendiente que proporcione la suficiente inclinación de su superficie exterior, necesaria para evacuar las aguas de lluvia (Nuere 2000, 90).

Enrique Nuere describe perfectamente cómo está ejecutado en este caso el forjado de cubierta del ala oeste realizado a base de entramado de madera con los vanos del entrevigado cuajados con tablas de madera, dándole el nombre de «cinta y saetino»:

Soluciones . . ., como la de cinta y saetino, preferida cuando se deseaba mejorar el aspecto estético de la cara inferior del forjado (Nuere 2000, 62).

La solución de cinta y saetino . . . consiste en cruzar tablas sobre las viguetas del forjado, más o menos de su mismo ancho, que reciben el nombre de cintas, colocadas a separación también similar a la de aquellas. Por regla general las cintas tienen sus bordes achaflanados. Sobre las cintas se clavan tablas de ancho ligeramente superior a la distancia del entrevigado, para cubrir perfectamente las juntas. El espacio entre esta última tabla y la cara superior de la vigueta, se cierra con tablillas cuya longitud ha de ser igual a la distancia entre las cintas: son los saetinos, que en caso de que las cintas estén achaflanadas, los saetinos también lo estarán, lo que obliga a que todos los encuentros hayan de cortarse a inglete, de modo que la longitud de cada saetino ha de ser mayor que la distancia entre cintas (Nuere 2000, 62).

para conseguir el máximo rendimiento de la madera, deberemos dejar un espacio entre cada viga próximo a dos veces su grueso (Nuere 2000, 54).

esta solución exige colocar las viguetas del forjado bastante próximo entre sí, dado que la tabla que finalmente cubrirá el hueco que se produce entre viguetas o cintas no debe ser muy ancha, ya que de serlo, las mermas que se producirán en el secado posterior a su colocación en obra podían originar grietas, que pueden atravesar el escaso espesor de las tablas, o simplemente separarse sus bordes, lo que en definitiva podía dar lugar a la caída de la arcilla por esos intersticios (Nuere 2000, 64).

el espacio que queda entre las viguetas y la cara inferior del forjado, de no ocultarse exigiría un cuidadoso encuentro y remate de las viguetas existentes a uno y otro lado de la viga sobre la que apoyan. Para evitarlo se colocan tabicas verticales, entre vigueta y vigueta, encajadas en ranuras de sus caras, más o menos enrasadas con el plano de la viga en que descansan (Nuere 2000, 68).

tenemos ménsulas de piedra empotradas en los muros que descansan durmientes exentos en los que carga todo el peso del forjado. Esta práctica proporciona una de las protecciones contra la humedad más eficaces que se pueden aportar a la madera (Nuere 2000, 76).

rellenos de arcilla, (con algún que otro escombro de la propia obra), de hasta veinte centímetros de espesor . . . forma tradicional de garantizar un buen aislamiento acústico . . ., lo que además garantizaba una cierta impermeabilización de los pisos sometidos a la acción de fregados (Nuere 2000, 62).

Con independencia del proceso constructivo, el forjado de cubierta situado en el ala oeste conserva restos de las decoraciones pictóricas que reproducen motivos geométricos llamados «puntas de flecha» con perfil ondulado (figs. 7 y 8) y que se convertían en el elemento definidor en la decoración de las estancias más nobles del conjunto.

Tal y como nos recuerda Enrique Nuere, «Aparte del estudio de elementos singulares, ...hay que considerar la existencia de recursos ornamentales, como la



Figura 7
Trasdós del forjado de cubierta del ala oeste a «cinta y saetino» en proceso de restauración, donde se puede apreciar claramente tanto los elementos que conforman el mismo como el proceso constructivo

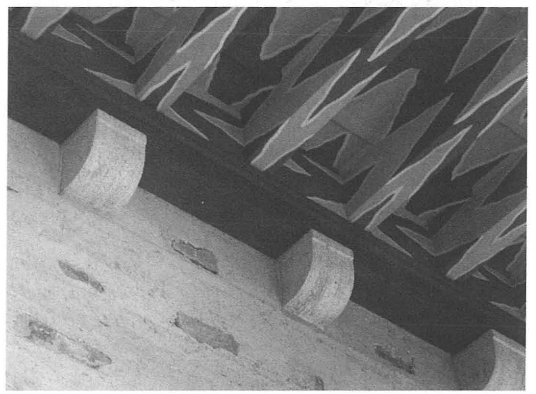


Figura 8
Intradós del mismo forjado de cubierta del ala oeste a «cinta y saetino», con sus elementos, incluso las ménsulas de piedra y totalmente policromado.

talla o la policromía, que en muchos casos también ayudarán a establecer clasificaciones de estilo o de fecha» (Nuere 2000, 82). Por tanto, se trataría de clasificar estilísticamente y ubicar cronológicamente el elemento arquitectónico al objeto de poder llevar a cabo la comprensión completa del proceso constructivo al que se vio sometido el edificio. Al efecto, los datos de los estudios previos en primera instancia reflejaban que «la analítica de pigmentos realizada no determina la fecha de ejecución del conjunto, pero nos revela datos que combinados con otros factores nos acercan a ella» (Art Técnica 1999, 37). Para concluir, «otro factor muy revelador que nos aproxima a su época de ejecución es que los motivos decorativos y la técnica de ejecución que presenta el artesonado corresponden al tipo de decoraciones y técnicas que se utilizaron durante los siglos XIV y XV en España e Italia» (Art Técnica 1999, 37).

Los estudios previos reflejaron datos significativos mediante los cuales se podía tener acceso a un mejor conocimiento del motivo pictórico del forjado de cubierta a «cinta y saetino», tales como:

> Se han encontrado policromías en todas las partes visibles del artesonado a excepción de los durmientes (Art Técnica 1999, 31).
>
> Tras un estudio visual se ha determinado que los motivos decorativos fueron realizados una vez colocado el artesonado. Las puntas de flecha recorren casetones y cintas sin detenerse lo cual hubiera resultado extremadamente complicado de realizar por separado, mientras que preparación y pintura base no continúan en zonas ocultas de la madera (Art Técnica 1999, 31).
>
> El aspecto y técnica que se supone para la ejecución de la obra es la de un temple a la cola (Art Técnica 1999, 35).
>
> Los análisis químicos han determinado la presencia del pigmento óxido de hierro (Art Técnica 1999, 37).
>
> Los colores tierra se suponen similares al ocre amarillo muy utilizado en combinación con el óxido rojo para la composición decorativa de este tipo de artesonados en los siglos XIV y XV (Art Técnica 1999, 37).
>
> El perfil ondulado de las puntas de flecha está realizado con pigmento blanco inerte (Art Técnica 1999, 37).

De la información [tanto constructiva, pictórica, cronológica, etc.] arrojada por los estudios previos de Art Técnica (1999), referentes al forjado de cubierta realizado a base de un entramado de madera sobre el que apoyan las piezas cerámicas en forma de ladrillo manual macizo colocados para cuajar los vanos del entrevigado (fig. 10) hallado en el ala sur y localizado en una estancia de unas dimensiones aproximadas de 6,70 × 4,35 m., se destaca:

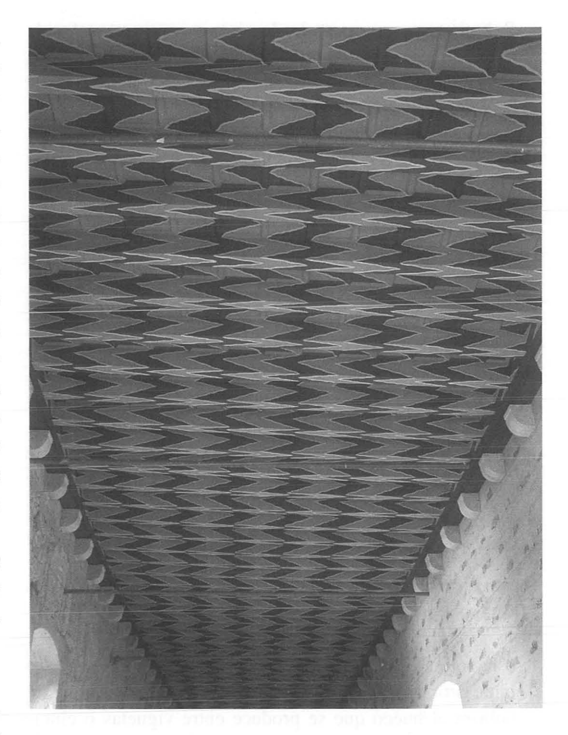


Figura 9
Vista interior del ala oeste, la cual nos hace imaginar el momento de esplendor del Palau en aquel momento para tan semejante (letra cursiva añadida) «artesonado»

> El conjunto decorativo está formado por el artesonado y una moldura de yeso a modo de remate que lo recorre a lo largo de los cuatro lienzos de la habitación en que se encuentra, con una altura aproximada de 60 cm (Art Técnica 1999, 49).
>
> El artesonado está compuesto por 12 vigas y 12 cabios de madera que se cruzan formando espacios definidos como artesas. Cada una de las artesas está formada por cuatro ladrillos macizos de barro, y los tapajuntas son de yeso y están policromados siguiendo el diseño de las vigas (Art Técnica 1999, 49).

Todas las piezas que forman el artesonado están decoradas en sus partes visibles. Rematando el artesonado, en el encuentro de las vigas y el muro, y rodeando toda la estancia aparece una tabica de yeso también decorada siguiendo el diseño general del conjunto. En la parte inferior de la tabica se encuentra la moldura mencionada anteriormente, también decorada (Art Técnica 1999, 49).



Figura 10
Estado actual del forjado de cubierta a base de entramado de madera y piezas cerámicas cuajando los vanos de entrevigado, y su tabica o moldura de yeso en el encuentro con el paramento, con detalle de la policromía y el motivo decorativo que le caracteriza

Los colores predominantes son el rojo almagra y el azul, rematando los diseños con pigmento blanco inerte (Art Técnica 1999, 50).

Vigas: presentan dos decoraciones distintas. En los laterales un módulo decorativo de puntas de flecha en forma de zigzag con perfiles ondulantes en blanco que alterna las tonalidades en almagra y azul. En la parte inferior los motivos decorativos son vegetales: guirnalda con hojas de parra flanqueadas a ambos lados con flores en forma de trébol de cuatro hojas (Art Técnica 1999, 51).

Esta diferencia existente en la decoración, que conjuga motivos geométricos en una zona y motivos naturalistas en otra, junto con la confusión en la capa de policromía de la parte inferior de la viga, hace pensar que fueron realizados en distintas épocas. Siendo los motivos geométricos de punta de flecha anteriores, y sobre los que posteriormente y en determinadas zonas, fueron sustituidos por motivos vegetales o naturalistas (Art Técnica 1999, 51).

El artesonado. . ., de construcción con influencia islámica (por la utilización de artesas de barro cocido) fue modificado posteriormente añadiéndose entonces la moldura inferior y con probabilidad también el friso. . . Podríamos datar su ejecución dentro de los siglos XV-XVI. . . Fue modificado posteriormente añadiéndose la moldura inferior, posiblemente se realizó durante la reforma sufrida por el Palau en el s. XVIII (Art Técnica 1999, 55).

Pintura mural

Como elemento de gran singularidad, nos encontramos con los restos de pinturas murales hallados en la sala noble del ala norte sobre el paramento norte, donde:

los restos visibles nos muestran unas policromías que representan un fondo de telón rematado en la parte superior por una cenefa con motivos geométricos. Sobre ésta, ...se distingue una escena más naturalista: un caballero musulmán identificado por su escudo en forma de media luna, y un caballero cristiano, cuyo escudo nos remite a la corona de Aragón. (Art Técnica 1999, 12)

Los resultados obtenidos en los estudios previos sobre pintura mural han sido fundamentales hasta el punto de convertirse en otra fuente de información. Tanto es así que, a través del análisis de las características estilísticas ha permitido inscribir a la pintura mural hallada dentro de un periodo concreto, indi-



Figura 11
Restos conservados de las pinturas murales del lienzo norte del ala norte del Palau

cando su exclusividad en la Comunidad Valenciana por no haber permanecido hasta nuestros días ejemplos como el que nos ocupa más que en referencias bibliográficas. Así:

> Estas pinturas presentan una alta definición en el trazo, con perfilado negro de las imágenes y extremada minuciosidad en los detalles. La ejecución del trazo con dibujos muy lineales y una paleta de colores planos muy reducida, todo sobre un fondo esencialmente monocromo, nos remiten a la época medieval. Los restos descubiertos hasta el momento nos hacen pensar que se trate de pinturas excepcionales pertenecientes al periodo gótico lineal que responden al modelo de decoración, a modo de zócalo, en edificios civiles de la época, como la desaparecida decoración de «la Sala de la Cinta» del Palacio Ducal de Gandía. (Art Técnica 1999, 24)

> Estilísticamente los escasos restos descubiertos se inscriben en el estilo gótico lineal cuyas características se definen por narrativismo expresivo y desenfadado, como contrapunto a las hieráticas pinturas románicas. (Art Técnica 1999, 24)

> Las pinturas entrarían dentro del denominado gótico lineal y por los paralelos de que se dispone podrían haberse realizado entre los años 1320–1360 (Martínez y Vila 2000)

Lista de referencias

Art Técnica, P.I.R. 1999. *Estudios Previos. Artesonados y pintura mural. Palau Vell de Llutxent*. Consellería de Cultura Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana.

Boigues Gregori, C. y J. M. Climent Simon. 1999. *Proyecto de Restauración de las cubiertas del ala oeste*. Valencia: Consellería de Cultura Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana.

Boigues Gregori, C. y J. M. Climent Simon. 2001. *Proyecto de Intervención en el ala sur*. Valencia: Consellería de Cultura Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana.

Catálogo.1983. *Catálogo de Monumentos y Conjuntos Históricos de Comunidad Valenciana*. Valencia: Generalitat Valenciana.

Canet Canet, R. 1994. La Baronía de Llutxent. En la *Crónica de la XX asamblea de cronistas oficiales del reino de Valencia*, 375–389.

De Villanueva, J. 1984. *Arte de Albañilería,* edición preparada por A. L. Fernández Muñoz. Madrid: Editora Nacional.

Esteve i Blay, A. et lab. 1997. *El Palau dels Centelles d'Oliva*. Associació Cultural Centelles i Riu-sech.

Gozalvo, M. J., N. Lavara y P. Taberner. 2002. *Plan General de Llutxent.* Ajuntament de Llutxent.

López Martínez, F.J. 1999. Tapias y tapiales. *Logia*. 8: 74–89.

Martínez Camps, C. y A. Vila Gorgé. 2000. *Informe preliminar de la intervención arqueológica en Palau Vell.* Valencia: Consellería de Cultura Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana.

Nuere Matauco, E. 2000. *La carpintería de armar española*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.

Portales Pons, A. 1985. *Restauración de Edificios y Monumentos*. Tarragona: Collegi d'Aparelladors i Arquitectes Técnics de Tarragona.

Quadern.1985. *Quadern del Palau de la Scala. Batlia*. 9. (Diputació Provincial de Valencia.)

El análisis de la construcción romana según Piranesi: ¿Fantasía o ciencia?

Francisco Javier Girón Sierra

¿Hasta que punto las extraordinarias láminas de Piranesi que a partir de 1756 con la *Le Antichità Romane* y obras sucesivas nos muestran con profusión las técnicas romanas pueden considerarse una contribución a la Historia de la Construcción? (fig. 1)

Una primera impresión desde nuestra perspectiva actual puede hacernos pensar que sus dibujos son intuiciones fantasiosas, que por tanto no le dan derecho a inscribirse en nuestra lista de pioneros de esta disciplina. Sin embargo es posible dar argumentos para revisar esta opinión. Si en otras áreas como la Historia de la Ciencia se ha reconocido a investigadores cuya obra, tomada como un todo, también nos parece hoy una mezcla de racionalidad y extraña elucubración, ¿no podría ocurrir lo mismo con Piranesi? Yo creo que sí.

Esto va a requerir un determinado enfoque en la manera de hacer historia: Hay líneas a las que sólo interesa de un autor lo que, separado como un metal precioso, se reveló valioso, útil y cierto para la sucesiva construcción de la ciencia, considerando ganga todo el pensamiento errado o no productivo. Pero hay otras, a la que nos queremos sumar, que entienden que de este modo cercenamos artificialmente el mundo mental en el que estos *aciertos+ se gestan, y que optan por ponernos en su lugar y explorar lo que percibían como sus verdaderas metas, su idea de verdad y de objetividad (que desde luego eran indepen-

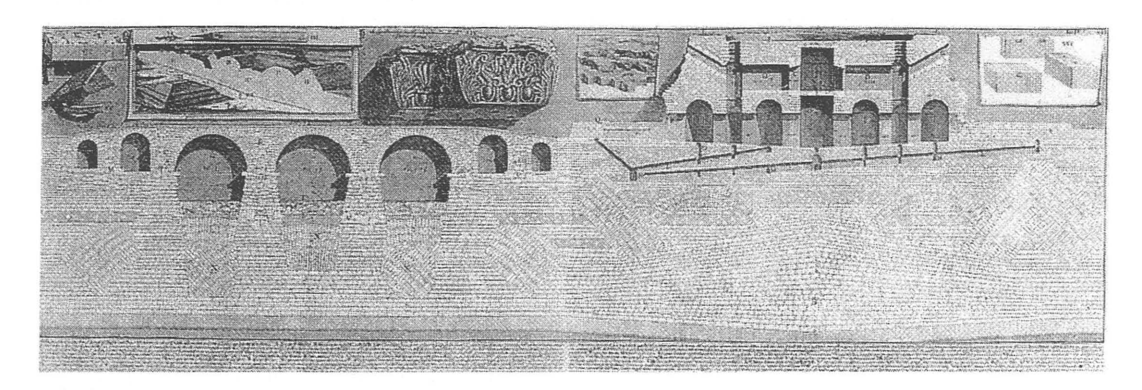


Figura 1
Sección del Mausoleo y el puente de Adriano, *L'Antichità Romane*, IV, lam. VII. 1756

dientes de nuestros intereses y modos de apreciar la realidad). La ∗veracidad+ y la ∗objetividad+ también tiene su historia y no significan lo mismo en cada momento. En este sentido hay que decir que para el Piranesi arqueólogo ya se está dando recientemente una reevaluación en este sentido, en especial por la historiadora S. M Dixon.[1] Tal vez, pues el Piranesi constructivo pueda ser, puesto en el contexto de su época —y yo lo situaré en concreto con el científico— tan serio, veraz, y científico como lo hayan sido otros. La pregunta podría pues replantearse así ¿Era Piranesi un historiador serio para sus contemporáneos?) Introdujo nuevos métodos y conocimientos?

En cuanto investigador del dibujo como herramienta científica me centraré en un rasgo novedoso cuya significación me parece clave: *Piranesi es prácticamente el primero que dibuja un edificio romano en sección constructiva en su totalidad, incluido cimentaciones.* Con ello aparece un dibujo inusitado y prácticamente desconocido hasta entonces: la primera descripción completa e integral. Dibujo que no solo era insólito entonces, sino también después, pues prácticamente desaparece de los ambiciosos y científicos levantamientos de los arquitectos y arqueólogos del XIX. Esta forma de proceder hace de la sección un nuevo instrumento hipotético de investigación.[2]

La sección constructiva en Piranesi y la tradición filológicaLa sección constructiva en Piranesi y la tradición filológica

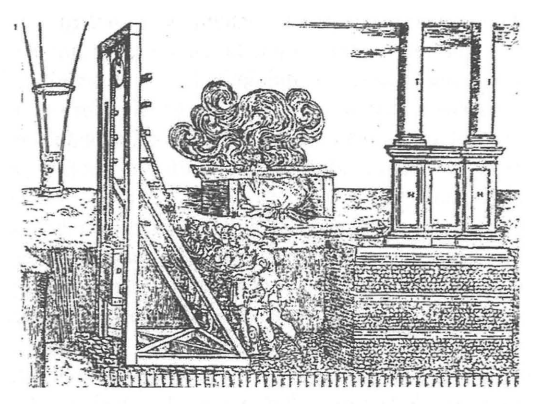
Veamos como procedía. Sus dibujos parecen ser el resultado de una extraña combinación de rigor en el levantamiento y la definición formal, y de invención en lo constructivo. Pero esta invención no es pura fantasía. Si yuxtaponemos dibujos de algunas ediciones renacentistas de Vitruvio (como las de Cesariano, y muy especialmente las de Rusconi) o también otras de Alberti que ilustran el modo de cimentar de los romanos a los de Piranesi podemos apreciar lo que éste hace: Imaginar el «interior» de los edificios usando como hipótesis sus ilustraciones, en particular de aquello que es más inaccesible, las cimentaciones.[3] (fig. 2)

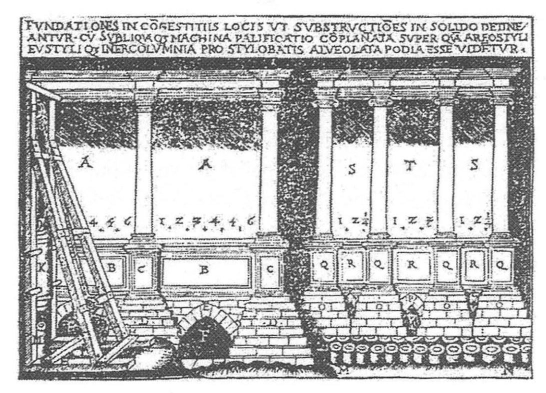
Estas secciones de Piranesi parecen representar un cambio de orientación radical en el modo de entender hasta entonces la investigación de la construcción romana, una ruptura con el camino seguido que podríamos calificar de «filológico». Quienes en el Renacimiento se habían interesado por la construcción romana habían optado por esta vía con mucha lógica. Para poder descifrar lo que las ruinas nos presentan primero había que entender lo que Vitruvio relataba al respecto.

Aproximación filológica que nos recuerda que el ideal científico de la mirada inocente es inalcanzable. Para ver y comprender necesitamos una hipótesis, anticipar que queremos encontrar. Y así, con Rusconi y otros se había iniciado un proceso de ida y vuelta entre realidad observada e imagen, entre objeto y texto. El legado de esta lectura filológica era un elenco de ilustraciones memorables y sintéticas de lo que según Vitruvio, deberíamos esperar encontrar en las ruinas romanas. De modo que funcionan como un poderoso repertorio de «hipótesis visuales» con las que aproximarnos a la realidad construida.

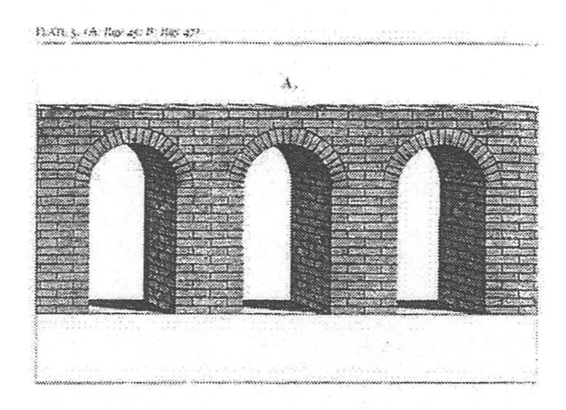
Por tanto, lo que hace Piranesi es una operación mixta. Por un lado aparentemente hay un levantamiento factual (que por añadidura se nos presenta en plantas y secciones, el modo» de representación más «objetivo») que hoy consideraríamos sin problemas legítimamente científico; y por otro el dibujo de algo a lo que no ha tenido acceso, que no ha podido verificar, que por tanto, siendo sólo hipotético, hoy no aprobaríamos como veraz.[4]

Con estas armas Piranesi da un salto decisivo, abandona la tierra firme de la filología y se adentra en un territorio nuevo: el análisis de los edificios singulares y concretos. Sus dibujos eran una aproximación, aparentemente, directa y empírica de edificios y ruinas concretos. Y esto, que parece un requisito para una interpretación científica e histórica moderna, se había producido antes —sorprendente y paradójicamente— sólo en contadas ocasiones. Se pueden aducir algunos estudios de Palladio, pero lo que se filtra de tales incursiones en *I quattro libri* es bastante magro (señalemos por ejemplo sus menciones a soluciones de muros en los que cita observaciones realizadas en localidades concretas; o el modo de construcción de las calzadas). Aunque se sabe de la pervivencia y el conocimiento en el Renacimiento de las técnicas constructivas romanas, lo que resultó de tales estudios quedó más implícito en la práctica que explícito en los tratados.[5]





Figuras 2.a y 2.b
La cimentación romana según G. A. Rusconi en *Della architettura...* 1590, (Libro 3, cap. 3) p. 61; y según C. L. Cesariano, *De Architectura...*, 1521.



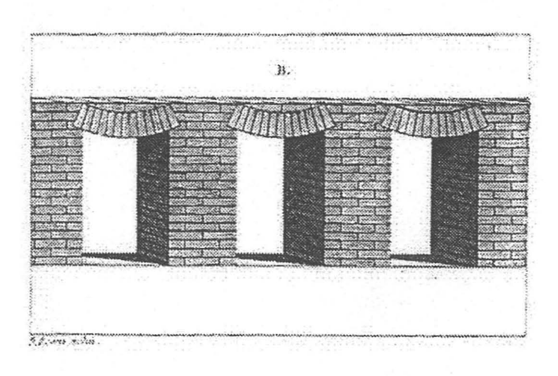


Figura 2.c
Dibujo de Cosimo Bartoli y Giacomo Leoni para su edición de Alberti, *The Ten Books of Architecture*, Londres, 1755, Lam 5. (primera ed. 1726)

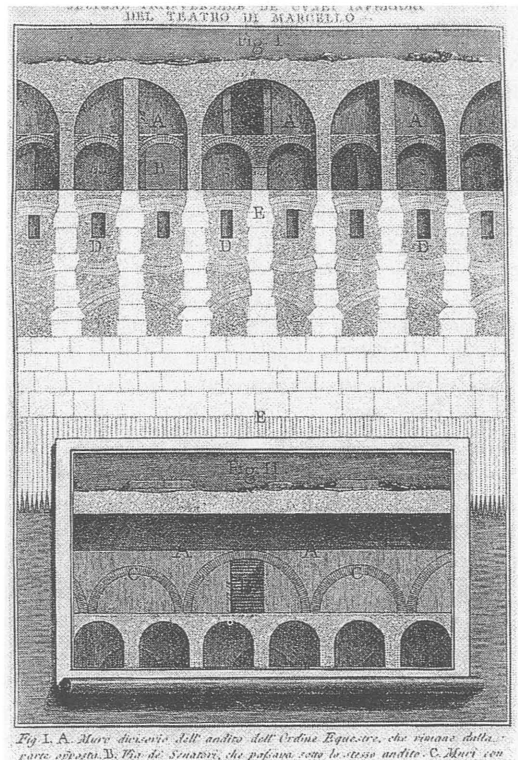


Figura 2.d
Sección transversal del Teatro de Marcelo en *Le Antichità Romane*, IV, lam. XXXI, 1756.

Quizás esto explica que en el XIX todavía fuese Piranesi respetado como un investigador a considerar. Algunos historiadores franceses decimonónicos de la construcción romana a los que sin demasiada dificultada podemos percibir como «serios», hacen citas y reelaboraciones a partir de sus dibujos. Así Choisy, en su *fundamental L'Art de Batir chez les Romains*, y en su *Histoire de l'Architecture* realiza incluso alguna versión gráfica de los dibujos de Piranesi.[6]

La sección constructiva como hipótesis científicaLa sección constructiva como hipótesis científica

La cuestión que yo querría plantear a continuación es si, a la luz del entendimiento de la actividad científica de su momento, podríamos ver sus dibujos menos como algo puramente fantástico y más como un producto «científico» y un verdadero avance respecto a los levantamientos del pasado. En otros términos, si Piranesi y sus contemporáneos pudieron haber visto vieron en sus grabados una manera de hacer ciencia.

En primera instancia podemos decir que hay una aparente semejanza con los métodos y los recursos gráficos de la incipiente geología: Si su dibujo no es veraz si es «verosímil». Y esto es importante a la hora de ponerlo en paralelo con el papel del dibujo en otras ciencias. En el periodo de actividad de Piranesi está en sus albores una nueva ciencia de la Tierra que tiene algunas peculiaridades notables. Para ella su forma actual no es inmutable, sino fruto de un proceso cuya historia puede reconstruirse. Pero a diferencia de lo que ocurre con las ciencias experimentales, la verdad no puede alcanzarse repitiendo un ensayo en un laboratorio. Lo que estos pioneros de la geología proponen es un modelo hipotético en el que los cambios provocados por determinados agentes en la fisonomía de la tierra (inundaciones, cataclismos, etc) son a *menudo representados en sección*. Estos gráficos «después» pueden contrastarse con algunas realidades, afloramientos, cortes del terreno y corroborar o no la teoría. Puesto que no podemos seccionar la tierra donde queramos esto es todo lo que por el momento se puede hacer.[7]

¿Es esto muy distinto a lo que propone Piranesi? El tampoco pude excavar todas las cimentaciones, no puede seccionar realmente un edificio en su integridad. Pero si puede ofrecer una hipótesis gráfica y visual que tal vez un día pueda comprobarse. Si contemplamos a la vez un dibujo de Piranesi con otro de la geología contemporánea (de hecho el primer dibujo en el que se ilustran los estratos y sobre el que enseguida diremos algo más) hay un aire de familia ¿casualidad? (fig. 3).

Reconozco que este parentesco puede parecer en principio un poco forzado, pero hay determinadas circunstancias que nos hacen pensar que Piranesi y su público potencial, al menos el más culto, conocían relativamente bien esta manera de hacer ciencia.

Veamos primeramente algo de las relaciones de Piranesi con la ciencia. En más de una ocasión muestra estar al tanto de actividades científicas que pueden afectar a su interpretación arqueológica. Así en su estudio sobre el emisario del Lago Albano discute las observaciones y medidas efectuadas en su día por Athanasius Kircher referidas a la profundidad relati-

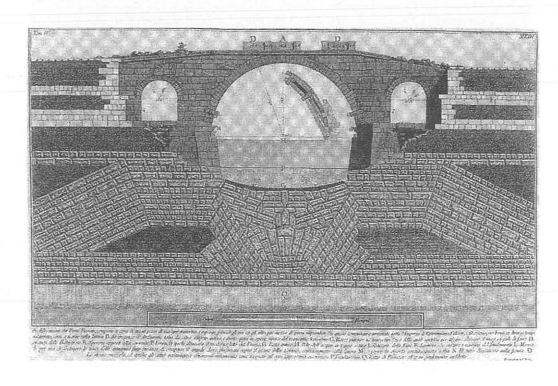


Figura 3.a
Alzado del puente de Cestio. *Op. cit.* Lam XXIII.

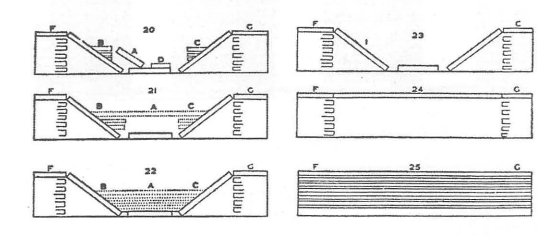


Figura 3.b
Las seis etapas en la historia de la Tierra aplicada a la geología de la Toscana dibujadas por Steno (1669)

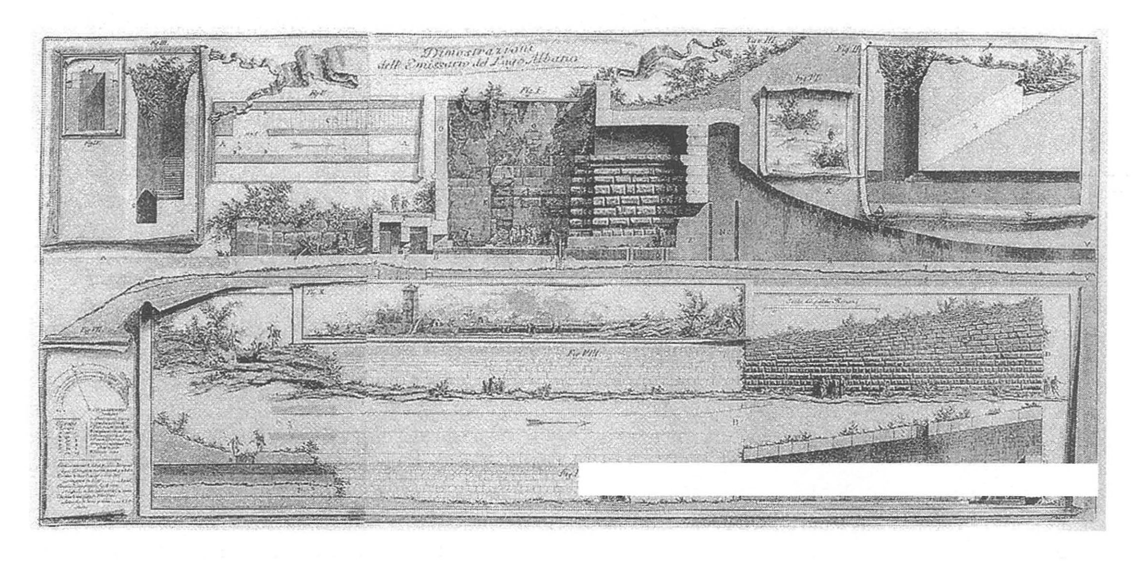


Figura 4.a
Descrizione e Disegno dell'Emissario del Lago Albano, 1762, lam. III.

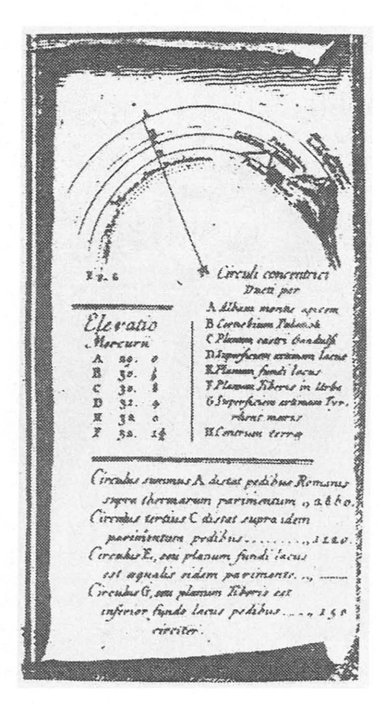


Figura 4.b
Representación en sección de los niveles del mar y del lago Albano en la figura VII de la lamina anterior.

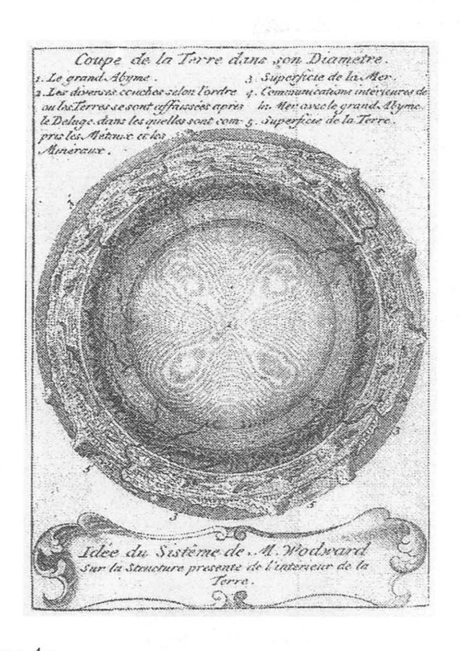


Figura 4.c
Representación (1695) de John Woodwar (1665–1728), en la que se representa el estado actual de la tierra con un gran abismo interior que abastece los mares (edición 1735, Niceron)

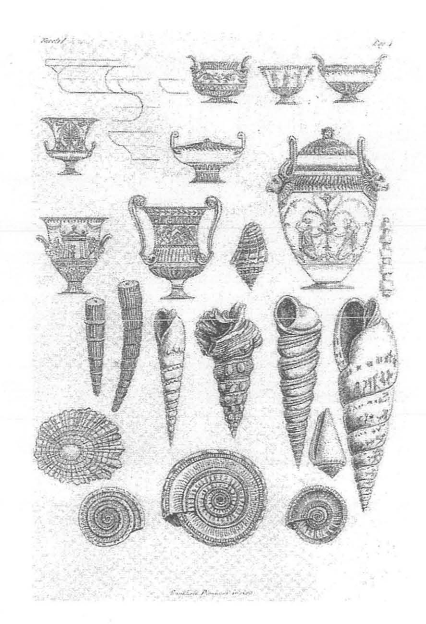
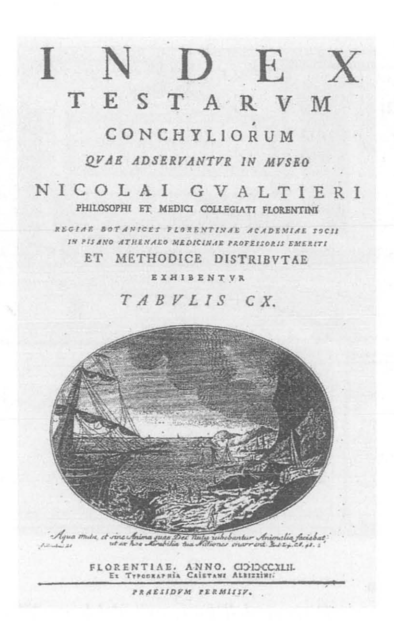


Figura 5.a
Diverse maniere d'adornari i cammini ....1769, lam I, pág. 4.



INDEX
TESTARVM
CONCHYLIORUM
QVAE ADSERVANTVR IN MVSEO
NICOLAI GVALTIERI
PHILOSOPHI ET MEDICI COLLEGIATI FLORENTINI
REGIAE BOTANICES FLORENTINAE ACADEMIAE SOCII
IN PISANO ATHENAEO MEDICINAE PROFESSORIS EMERITI
ET METHODICE DISTRIBVTAE
EXHIBENTVR
TABVLIS CX.

Aqua muta, et sine Anima quae Dei Nutu iubebantur Animalia faciebat:
ut ex hoc Mirabilia tua Nationes enarrent.

FLORENTIAE. ANNO. CIϽIϽCCXLII.
Ex Typographia Caietani Albizzini.
PRAESIDVM PERMISSV.

Figura 5.b
Portada de la obra de Gualtieri, 1742.

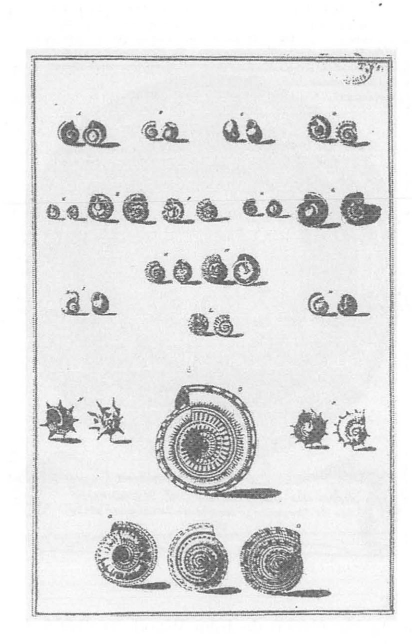


Figura 5.c
Lámina 65 de Gualtieri «cochlea marina depresa»

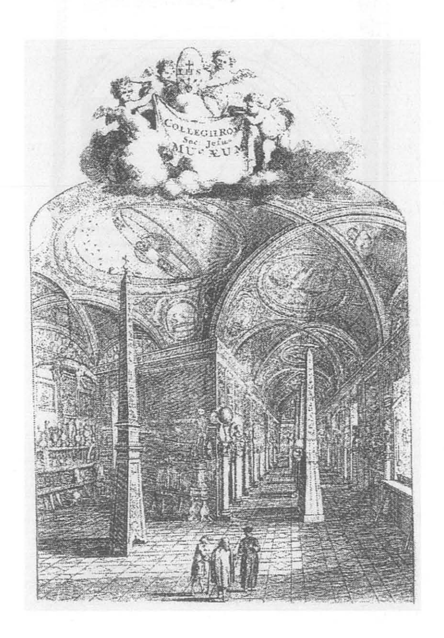


Figura 5.d
Galería del museo del Colegio Romano reproducido en el *Musaeum* de A. Kircher, Ámsterdam, 1678.

va del lago respecto al mar Tirreno y toma partido por una interpretación más reciente de Francesco Bianchini.[8] Más allá del contenido de la disputa —que se centraba en una polémica ancestral: la de si los lagos y los ríos se nutren del agua del mar filtrada por la tierra o si bastaba la aportación de la lluvia— es llamativo el gráfico basado en mediciones con el barómetro de mercurio con la que Piranesi lo ilustra. Su forma de representación recuerda mucho el patrón que siguen los teóricos de la formación de la tierra desde Descartes, como ocurre por ejemplo con el dibujo de Woodwar. (fig.4)

En otro llamativo pasaje de su obra *Diverse Maniere d'adornare i cammini* cuando habla de los vasos y chimeneas etruscos, Piranesi hace mención de colecciones de ciencias naturales y museos que dice haber visitado e incluso de libros que posee y otros de los que recomienda su examen.[9] Así, afirma haber visitado la colección de Antonio Baldani, que poseía una afamada biblioteca de ciencias naturales y recomienda la visita de los museo Vaticano, del Collegio Romano y de algunos otros.

Por otra parte Piranesi deja entrever la posesión de algunos volúmenes científicos ya que dice haber consultado en su casa las imágenes del libro de conquiología del naturalista Gualtieri (al que copia literalmente algunos de los dibujos para evidenciar como las conchas habrían inspirado la solución de la voluta del capitel jónico, o la forma de las tejas con las que cubrían sus edificios)[10] y recomienda la comparación de la decoración etrusca con las publicaciones que muestran otras colecciones famosas de naturalistas, ya por entonces clásicos, como Ulises Aldovrandini, Conrad Gesner, Guillaume Rondelet o John Johnston.[11] (fig. 5)

En cuanto a su público potencial, ¿qué sabían de todo esto los arqueólogos y anticuarios? Piranesi no es una rara excepción. Los arqueólogos son a veces naturalistas y viceversa, existe una gran permeabilidad entre ciencia y arqueología en este momento:

El Francesco Bianchini que cita Piranesi y que era un científico reputado, astrónomo e introductor de la ciencia newtoniana en Italia, había practicado también en profundidad el estudio de las antigüedades siendo autor de un espectacular trabajo en el que intentaba restituir los palacios de los Césares.[12] Baldani, el dueño de la colección que había visitado Piranesi, también había sido capaz de desdoblarse en botánico y anticuario (para Winckelmann su criterio era de enorme valor) y había colaborado con Nolli en la confección del plano de Roma (un asunto en el que también estuvo envuelto Piranesi).[13]

Era pues esta mixtura indisoluble de científico y arqueólogo en un mismo personaje algo no infrecuente en el entorno de Piranesi. Y esto es algo que nos hace pensar en la posibilidad de una fluida contaminación de enfoques, puntos de vista o métodos. Los museos podían ser a veces muy heterogéneos en contenido (incluyendo material arqueológico, plantas, piedras preciosas o fósiles) y esto claramente invitaba a establecer asociaciones como la de Piranesi en un doble sentido.[14]

Es llamativo constatar como el propio Gualtieri hace una especie de observación simétrica a la de Piranesi: se había fijado en colecciones como las del museo Florentino de Francesco Gorio —que tanto influye en el Piranesi arqueólogo— para leer en la decoración con conchas de los vaso y lucernas de la antigüedad el nivel de los conocimientos y la capacidad de observación de la ciencia de la antigüedad. Ahora bien, ¿qué relación tiene esta actividad científica con la incipiente geología y con el dibujo que vimos anteriormente? Mucha.

En este contexto de ósmosis, en la frecuentación de espacios y autores que van de la ciencia a la arqueología todos ellos podrían perfectamente conocer las especulaciones geológicas, ya que la ciencia de las conchas —que tanto fascinan— incluye la ciencia de los fósiles (de hecho algunas de las reproducidas por Piranesi son eso precisamente), y ésta nos lleva directamente a las teorías en boga de formación de la tierra. (fig. 5.d)

Es el momento de notar como tanto Gualtieri como Bonani —por citar personajes conocidos de Piranesi, pero desde luego su popularidad era mucho más extensa— citan al autor del dibujo que reprodujimos arriba, un notabilísimo fundador de la geología: Nicolas Steno quien en 1669 en su *Prodromo* (cuyo objeto principal son los fósiles) acuña los conceptos esenciales de estrato y sedimento, y los ilustra con este célebre dibujo.[15] Éste es el primero en el que se muestran en sección, y le servirán para imaginar como funcionaría el mecanismo para generar un paisaje como el de la Toscana.[16]

Su representación gráfica —y el método científico que implica: la modelización hipotética de un proceso subterráneo mecánico cuyos agentes deben explicarse y que deben someterse a la prueba del paisaje

real— no son difíciles de encontrar en la literatura científica producida en época de Piranesi, como el libro de Vallisneris (1721) (quien cita también a Steno) o en el de Antón-Lazaro Moro (1740).[17]

La probabilidad pues de que el «público de Piranesi» conociese estas teorías y su representación es alta, y por tanto la de que leyeran los dibujos de Piranesi en clave de lo que la ciencia les ofrecía. Unas secciones verosímiles a partir de las cuales podría conjeturarse la historia de la construcción romana.

En cuanto a Piranesi, todavía nos queda por conocer más de su faceta científica y no podemos todavía asegurar que conociese la obra de Steno. Ttal vez sus secciones sean el resultado en paralelo de un modo de analizar la realidad de su época. Pero la probabilidad no es pequeña En tal caso sus «caprichosas» secciones no sólo serían leídas como ciencia, sino que se habrían hecho a su modo y manera.

Notas

1. Susan M. Dixon, *The image and historical knowledge in mid-eighteenth-centry Italy: a cultural context for Piranesi's arcaheological publications*, 2002. (tesis). Vease por ejemplo p. 213 y ss. El análisis de la «conjetura racional» en la arqueología de Piranesi; con respecto al tratamiento visual de la información, pp. 259 y ss.
2. Para una consideración de esta faceta veáse John Wilton-Ely, «Piranesi and the role of archeological illustration», pp 317–38 en *Piranesi e la cultura antiquaria: gli antecedenti e il contesto*, Roma, 1983. En este artículo hace una muy interesante lectura de las novedades de los métodos narrativos gráficos de Piranesi pero entiende «que a veces se veía tentado a improvisar cuando no había información precisa» .y que lo que hacía Piranesi era «llegar a la verdad mediante inspiradas intuiciones». Ver también John Wilton-Ely, *The Mind and Art of Giovanni Battista Piranesi*, Thames and Hudson, Londres, 1978.
3. Vitruvio trata específicamente las cimentaciones en su Libro I, cap. V (referido a fortificaciones) y en el Libro III, cap. IV (templos) y Libro VI, cap. VIII, (sobre contrafuertes y muros de contención) Alberti habla de ello en su Libro III, cap. V (véase por ejemplo el dibujo en la edición francesa *l'Architecture et art de bien bastir*, de 1553). Las ilustraciones a veces se insertan en otros capítulos, como ocurre con el Vitruvio de Cesariano (1521, Libro III, cap. III) para poder ilustrar también otros conceptos (esta en concreto reaparece en la edición de Caporali (1536). La edición más profusa y con dibujos más expresivos de los modos de cimentación tal vez sea la de Rusconi *Della architettura di G. Antonio Rusconi. Con centosessanta figure disegnate dal medesimo secondo i precetti di Vitruvio* , Venecia, 1590.
4. Aunque Piranesi era hijo de un albañil constructor y fué pupilo de los arquitectos-ingenieros Lucchesi y Scalfurotto, esto no explica el cambio en la manera de analizar la arquitectura que se produce con el. Las influencias deben estar en otro contexto. Ver sobre esta influencia Murizio Calvesi, en el catálogo, *Giovanni Battista e Francesco Piranesi; Calcografía Nazionale; Roma, 1967–68.*
5. Sobre el conocimiento y la pervivencia de las tradiciones constructivas romanas en el Renacimiento: Pier Nicolo Pagliara, «Antico e Medioevo in alcune technique costrutive del XV e XVI secolo, in particolare a Roma», en *Annali di Architettura rivista del C:I:S:A* , 1998–9, pp 233–260. que se encuadra en el curso sobre Palladio: *Palladio costruttore: technique, materiali, cantieri, XXXIX corso sull'architettura palladiana*, Vicenza, 8–20 settembre 1997.
6. Auguste Choisy, El *arte de construir en Roma* , ed. por S. Huerta y F. J. Girón, Instituto Juan de Herrera, Madrid, 1999. En pp. 125–6 redibuja el cobertizo de Pozzuoli que Piranesi había presentado *en Della Magnificenza....* lam. XXXVII, y en las pp, 76 B79 reconsidera el estudio de la cúpula del Panteón (también en la *Histoire de l'Architecture*, vol.1 p. 529).
7. Sobre la importancia del modo gráfico de pensamiento en las ciencias de la tierra en la historia moderna vease el excelente artículo de Martín J. S. Rudwick, «The emergence of a visual language for geological science, 1760–1840», *History of Science*, xiv, 1976, pp. 149–195. De especial relevancia para nuestro argumento son sus reflexiones sobre la aparición de la «sección» y su papel en el pensamiento hipotético.
8. *Descrizione e Disegno dell'Emissario del Lago Albano di Gio. Batista Piranesi, Roma*, 1762. Para Piranesi «tras los calculos de Bianchini que se muestran en la tavola III, fig, VII se demuestra la falsedad de esta suposición». La figura se llama «Dimostrazione di Mosignor Bianchini di quanto sia piû vicina al centro della terra la superficie del mar Tirreno che il fondo del Lago Albano» y las medidas están tomadas con barómetro de mercurio. El trabajo original se encuentra en Bianchini Francesco (1662–1729) «De profunditate Laci Alban i», *Opuscula Varia*, Roma, 1754, (pp. 1–7).
9. Diverse Maniere d'adornare i cammini ed ogni altra parte degli edifizi desunte dall'architettura Egizia, Etrusca,e Greca con un Ragionamento Apologetico in difesa dell'Architettura Egizia, e Toscana, opera del Cavaliere Giambattista Piranesi architetto, Roma,

1769. Sobre esta obra se ha escrito sobre todo desde el punto de vista de las fuentes arqueológicas más que las científicas. Roberta Battaglia, «Le "diverse maniere d'adornare i cammmini..." di Giovanne Battista Piranesi: gusto e cultura antiquaria», Saggi e memorie di storia dell'arte, 1994, v. 19, pp. 191–273 (donde se trata de la influencia de Caylus, Montfaucon, y Gori). Sobre estas influencias en Piranesi también: Diana Scarissbrick, «Piranesi and the "Dactyliotheca Zanettiana"», Burlington Magazine, 1990, Junio, 132, n. 1047, pp. 413–414 (donde estudia el impacto de la colección de Antón-Maria Zanetti y de nuevo la de Gori). También se ha sumado Susan M. Dixon «Giovanni Battista Piranesi's "Diverse maniere" and chimneypiece design as a vehicle for polemic», Studies in the Decorative Art, 1993, pp. 76–98.

10. Nicolai Gualtieri, *Index Testarum Conchyliorum quae adservantur in museo*, Florencia, 1742. Piranesi en concreto usa la tab. 65 y toma como ejemplo para el capitel jónico la «cochlea marina depressa». La tab. 92 ilustra la «concha imbricata» a la que Piranesi ve semejanza con el modo de techar de los etruscos.
11. Aldovrandini Ulises, (1522–1605) aunque ligado en parte a lo escolástico, inicia la apertura a la visión directa de la naturaleza, usado aun en los 700 por la amplitud de sus observaciones; Conrad Gesner (1516–1565); Guillaume Rondelet (1507–1566), el escocés .John Johnston, o Joannes Jonstonus (1603–1675).
12. Francesco Bianchini. *Del palazzo de' Cesari,* Verona, 1738. La relación de Piranesi con Bianchini está siendo objeto de especial atención, especialmente en relación a la cuestión de la comprensión del sentido contemporáneo de veracidad arqueológica. Susan M Dixon. «Piranesi and Francesco Bianchini: "Capricci" in the service of pre-scientificarcahelogy», *Art History,* 1999, junio, vol. 22, n. 2, pp. 184–213. Próximamente (para 2004 o 2005) en M. Dixon, «From Capricci to Playing Cards to Proscenium Arch and back: francesco Bianchini's legacy in the mid-eighteenth century», en *Francesco Bianchini (1662–1729) und die europäische gelehrte Welt um 1700,* Colloquia Augustana, B. 19, Berlin (para 2004 o 2005).
13. *De la magnificiencia y arquitectura de los Romanos y otros escritos, Giovanni Battista Piranesi* ; edición y traducción de Juan Calatrava, Akal, Madrid, 1998, «Razonamiento apologético en defensa de la arquitectura egipcia y toscana», pp. 291–314.
14. Sobre los museos y la maner de hacer ciencia en ellos, veáse: Paula Findlen, *Posessing Nature: Museums, Collecting, and Scientific Culture in Early Modern Italy*, University of California Press, Berkeley, 1994; Oliver Impey and Arthur MacGregor, *The Origins of Museums: The Cabinet of Curiosities in Sixteenth-and Seventeenth-Century Europe*, Clarendon Press, Oxford, 1985. Jan Golinski, en el capítulo «The place of production Making Natural Knowledege», *Constructivism and the History of Science*, Cambrideg, Cambridge University Press, 1998, pp. 79–102 da una visión panorámica del estado de la cuestión del estudio de las relaciones entre ciencia y lugar.
15. Gualtieri, cita a Steno, prefacio, p. xii, Philippo Bonani (editor del museo Kirecheriano) en *Recreatio Mentis et Oculi in Observatione animalium Tesatceorum*, Roma 1684 discute la formación de fósiles y cita entre otros a Steno. También en Michaeles Mercati, *Metallotheca*, Roma, 1719.
16. Niels Stensen (Nicolas Stenon, 1638–1686) , en 1669 el De Solido intra solido naturaliter contento dissertationis Prodromus», Florencia. Reeditado en Pistoia en 1763. Esta obra puede consultarse por fin en español. En *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol.10, n. 3, 2002, pp. 245–283 podemos leer traducción del Prodromus, «Sobre un sólido contenido naturalmente en otro solido» a cargo de Leandro Sequeiro. Del mismo autor y en el mismo número un atractivo estudio introductorio sobre este personaje «Las raíces de la Geología. Nicolás Steno, los estratos y el Diluvio Uiversal», pp. 217–244. En cuanto al gráfico utilizado por Steno es muy sugerente la lectura que hace el célebre paleontólogo Stephen J Gould en *La flecha del tiempo, Mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico*, Alianza Universidad, Madrid, 1992, pp. 72–77.
17. Antón-Lazzaro Moro, *de Crostacei e degli altri marini corpi che se truovano su'monti*, Venecia, 1740. Otros libros con imágenes con estratos de la época: Antonio Vallisneri, *De Corpi Marini che su' Monti si torvano E dello stato del Mondo avanti'l Diluvio, nel Diluvio, e dopo il Diluvio* , Venecia, 1721 (también cita a Steno, y discute la formación de estratos).

Arquitectura mudéjar sevillana de los siglos XIII, XIV y XV: Una clasificación de las parroquias medievales de Sevilla

Pedro Gómez de Terreros Guardiola

La clasificación realizada por Diego Angulo en 1932 es la base de la taxonomía de las parroquias medievales sevillanas y permanece inalterada hasta nuestros días, sin un posterior estudio que la haya completado o actualizado.

Es cierto que posteriormente se han realizado una serie de trabajos que retoman algunas áreas del trabajo de clasificación pero todas están limitadas en el tiempo y, sobre todo, en el espacio. El antiguo reino de Sevilla y la influencia de su arquitectura medieval abarca a las provincias de Sevilla y parte de las de Huelva, Cádiz y Badajoz. Además de estas restricciones geográficas, estos estudios posteriores suelen estar limitados a la arquitectura conventual, parroquial o militar o a algunos aspectos más concretos como las armaduras o las bóvedas de los edificios.

Afortunadamente estos estudios nos proporcionan una gran cantidad de información que debemos relacionar, cotejar y, en algunos aspectos, completar. También existen los catálogos provinciales, pero estos son meramente descriptivos y no relacionan las distintas arquitecturas más que por elementos ornamentales y su decoración. Estos elementos son muy subjetivos y a lo sumo nos proporcionan una fecha superior. En el área propuesta muchos de los monumentos son pequeños edificios de localidades aisladas y pobres, el arcaicismo decorativo o incluso constructivo no es sólo una moda sino más bien el fruto de las carencias técnicas y económicas.

No obstante, el estudio del profesor Angulo es de una clarividencia que queda patente en los pocos casos en los que hemos avanzado y tenemos datos para confirmar sus hipótesis. Sirva como ejemplo la sospecha de que la parte inferior de la torre de santa Catalina de Sevilla fuese resto de una torre anterior como posteriormente se ha comprobado. Esto puede ser fruto de su inusual cautela —pocas veces es tajante en su juicio— ya que cuando la cosa no está del todo clara, deja abiertas varias posibilidades sin dejarse seducir por la fantasía.

Él mismo ya señala la dificultad de datar o de clasificar un modelo arquitectónico tan sencillo y de tan escasa evolución, siendo los ábsides, las portadas y torres las únicas partes que permiten esta datación. Esta es la base de su investigación y los resultados que obtiene son los que se indican en el Indice de su ensayo y que no reproduzco por su extensión.

No obstante todo lo anterior, los resultados obtenidos presentan una doble carencia. Por un lado están incompletos, faltan edificios, se obvian algunas portadas o interiores, y por otro la clasificación es poco estricta en sí por lo que un mismo edifico se puede encontrar en dos o más apartados según sean sus partes.

Respecto al ámbito geográfico (fig. 1), abarca las provincias de Sevilla y Huelva, especialmente el Aljarafe y la sierra Norte, con detrimento de la campiña sevillana y de Cádiz. Por otra parte, él mismo señala que no ha estudiado la arquitectura pacense por falta de tiempo y en Córdoba se limita a comentar una sola iglesia pese a su numerosa arquitectura mudéjar y su semejanza con la sevillana. Un resumen de las

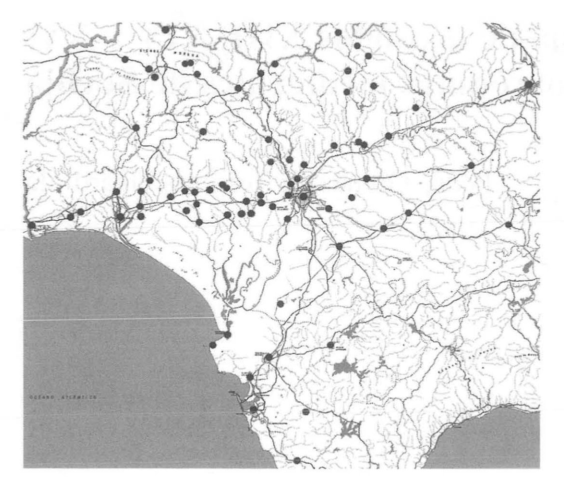


Figura 1
Situación de los edificios estudiados por Angulo.

edificaciones mencionadas en su volumen, ordenadas por provincias, son las que expongo a continuación:

Provincia de Sevilla

Alanís: Ermita de las Angustias y Parroquia; Alcalá del Río: Parroquia; Alcalá de Guadaira: Ermita de N0 S0 del Águila y San Miguel; Alcolea del Río: Molino (en el centro del río) e Iglesia; La Algaba: Parroquia; El Arahal: Hospital de la Caridad; Aznalcázar: Iglesia (no sé si parroquia o San Pablo) y San Pablo; Benacazón: Iglesia; Bollullos de la Mitación: Ermita de Cuatrovita; Cantillana: San Bartolomé; Carmona: San Bartolomé, San Felipe, San Francisco, Santa María, San Mateo, San Pedro, Santiago; Castilleja De La Cuesta: Parroquia; Cazalla: San Agustín; Constantina: Ermita de Yedra y Parroquia; Coria del Río: Ermita del Monte y Parroquia; Écija: Santa Cruz, San Francisco, San Gil, Santiago; Estepa: Santa María; El Garrobo: Iglesia; Gerena: Parroquia; Guadalcanal: Parroquia, Santa Ana y San Sebastián; Guillena: Iglesia; Huévar: Parroquia y San Pedro; Lebrija: Santa María y Santa María del Castillo; Lora del Río: Iglesia Mayor; El Madroño: Iglesia; Marchena: San Andrés, Santo Domingo, San Juan, Santa María de la Mota y San Miguel; La Puebla de los Infantes: Santa Ana; El Pedroso: Nuestra S0 del Espino; Pilas: Iglesia; El Real de la Jara: Iglesia, Capilla de la Misericordia, San Eustaquio, Santa María y San Pedro; San Nicolás del Puerto: Parroquia; Santiponce: Monasterio; Sevilla: El Alcázar, Capilla de Maese Rodrigo (antiguo seminario), La Cartuja, Colegio de San Miguel, Convento de la Asunción (antiguo Santiago de la espada), Iglesia del Convento de la Encarnación, Convento de Santa Clara, Convento de Santa Inés, Convento de Santa Paula, Ermita de San Sebastián, Humilladero de San Onofre o del Empalme (en Sevilla?), Omnium Sanctorum, San Agustín, Santa Ana, San Andrés, Santa Catalina , Santa Cruz, San Esteban, San Francisco, San Gil, San Juan de la Palma, San Julián, San Isidoro, San Lázaro, San Lorenzo, Santa Lucía, San Marcos, Santa María la Blanca, San Martín, San Miguel, San Pablo (la Magdalena derruida en 1811), San Pedro, San Román y San Vicente; Utrera: Santa María y Santiago: Villanueva del Río: Iglesia; El Viso del Alcor: Santa María del Alcor.

Provincia de Huelva

Almonaster: Ermita e Iglesia; Almonte: Iglesia; Aracena: Nuestra S0 de los Dolores, Santa Marina (en pleno campo) y Santa Catalina; Aroche: Ermita de Santa María, Parroquia y San Mamés (o San Pedro); Ayamonte: Las Angustias, Ermita de San Sebastián, El Salvador y San Francisco; Beas: Iglesia; Bollullos del Condado: Iglesia; Calañas: Iglesia; Cartaya: Iglesia; Cortegana: El Salvador; Cortelazor: Iglesia; Corterangel: Iglesia; Cumbres de San Bartolomé: Capilla del Espíritu Santo (hoy escuela) y San Miguel; Escacena: Iglesia; Gibraleón: El Carmen e Iglesia de San Juan; Hinojos: Parroquia; Hinojales: Iglesia; Huelva: La Concepción, Santuario de Nuestra S0 de la Cinta y San Pedro; Lepe: Parroquia; Moguer, Palos de: Convento de Santa Clara, Puerta de los Novios y San Jorge; Niebla: Santa María de la Granada y San Martín; La Palma del Condado: Ermita de San Sebastián y Nuestra S0 del Valle; Paterna del Campo: Iglesia; La Rábida: Iglesia del Monasterio; Rociana: Iglesia; San Juan del Puerto: Iglesia; Santa Olalla: Iglesia; Trigueros: San Antonio Abad; Villalba del Alcor: Iglesia y Portada? del Sol (¿en parroquia?); Villarrasa: Iglesia; Zufre: Iglesia.

PROVINCIA DE CÁDIZ

Arcos de La Frontera: Santa María; Chipiona: Iglesia parroquial; Jerez de la Frontera: San Dionisio, San Juan, San Lucas y Santiago; Medina Sidonia: Ermita de los Santos; Puerto De Santa María: Castillo de san Marcos; Sanlúcar De Barrameda: Nuestra Sª de la O; San Fernando: Iglesia del Castillo; Vejer: Parroquia.

PROVINCIA DE CÓRDOBA

Córdoba: San Miguel

NO LOCALIZADOS

Castilleja De Talara: Iglesia; Gelo: Ermita; Villadiego: Ermita.

El estudio divide a los edificios en dos grandes grupos: la datación de las iglesias anteriores al terremoto de 1356 y aquellas —la mayoría— con elementos que evolucionan a partir de estos modelos. Pero en muchos templos existen elementos reflejos de distintas épocas, Si estas adiciones siguen un orden lógico, la datación es más o menos explícita. Por ejemplo en Santa Marina tenemos un cuerpo de iglesia y una cabecera que parece anterior a otros templos, mientras que las portadas laterales parecen posteriores. Sin embargo, en San Martín o en San Isidoro la portada parece anterior al templo, lo que no una explicación evidente y simplemente recurre al estudio de estos elementos por separado.

En la práctica esta es la estrategia seguida, se estudian separadamente los ábsides, portadas, interiores, capillas y torres aunque esta clasificación no es sistemática y está incompleta en algunas de ellas. Así, volviendo al mismo ejemplo de Santa Marina en Sevilla, una de las más estudiadas, podemos encontrar las siguientes conclusiones:

— Es uno de los primeros modelos parroquiales
— Conserva las portadas y cabecera primitivas
— Tiene ventanas en naves central, lo que es poco frecuente
— Posee óculos en las tres naves a los pies y son aún más raros los laterales
— Es anterior a 1356
— La portada principal es hacia 1300 tipo Santa Ana anterior a 1350
— La portada de la Portada epístola es de ladrillo visto con coronamiento sencillo (tosca y quizás anterior al XVI)
— Capillas propias de superficie lisa: la Pastora
— Capillas propias cubiertas de lacería: la Piedad (hacia 1411)
— Torre con machón central, la parte superior mudéjar, sobre la inferior no se pronuncia

La información presentada es un resumen de las partes más destacadas del templo y de sus características fundamentales pero no nos dice nada acerca de aquellos elementos que no le parecen significativos.

Partiendo del estudio del profesor Angulo, propongo una ampliación de su estudio para que pueda servir de como base de datos y que esta lo suficientemente elástica para que sea fácil su ampliación tanto en el ámbito geográfico como a la hora de profundizar en cada edificio. Además del evidente estudio geográfico, podemos proceder a catalogarlo según sus partes principales que son las ya detectadas por Angulo pero con mayor sistematización. He usado a modo de ejemplo la Iglesia de Santa Marina de Sevilla, de forma que sobre ella podamos ver el desarrollo de una descripción que pueda servir como base de un estudio posterior.

CUERPO DE LOS EDIFICIOS

Orientación: 79°E
Planta: rectangular
Tamaño: 35,35 × 18,70 m.
Número de naves: tres naves
Nivel del piso: –50 cm (respecto a entrada a los pies)
Material del piso: baldosas cerámicas con tiras vidriadas verdes.
Materiales de los muros: ladrillo visto y piedras en esquinas
Tamaño de los elementos de las fábricas:

Material	soga/tizón cm.	Hiladas por metro
ladrillos	13–15/28B30	12–13
piedra	34–53/60B100	grueso 33–58

Sección de los muros: 5 pies en muro a los pies y 4 pies en el resto

Decoración en los muros (interior y exterior: cornisas, impostas, aleros...)
 Alero exterior de canes con dos cavetos
 Imposta a media altura en interior muro testero
Número de pilares: 8 (más pilastras a los pies y ménsula en testero)
Sección de los pilares: rectangular con resaltos laterales de aristas achaflanadas
Materiales de los pilares: ladrillo visto
Decoración en pilares: capiteles de caveto de mortero y ménsula gótica con pingajo
Tipo de arcos: apuntados
Sección de los arcos: rectangular con arquivolta siguiendo resalte de pilares
Localización de ventanas
 Muro de los pies: óculos en las tres naves
 Testero: saeteras en naves laterales y pequeño óculo sobre arco toral
 Ventanas sobre los arcos de nave central
 Muro del evangelio: óculo sobre portada, ventanas alineadas con arcos salvo en los pies y pequeña ventana cerca del testero.
 Muro de la epístola: óculo sobre portada y ventanas alineadas con arcos salvo en testero
Tipología de ventanas:
 Óculos con tracería gótica a los pies de naves laterales y sobre portada epístola, modernos en el resto
 Salteras de medio punto en testeros naves laterales
 De medio punto sobre los arcos salvo a los pies que son lobuladas
 Abocinadas lobuladas en muros naves laterales
Techos (Armaduras/Bóvedas): madera en las tres naves
Tipología:
 colgadizo en naves laterales
 de par y nudillo con dobles tirantes en nave central
Decoración en los techos: decoración de lazo en nave central
Tipología de cubierta: tejado a dos aguas en nave central y un agua en laterales
Materiales de la cubierta: teja árabe

Capilla Mayor

Número de tramos: dos rectangulares y un poligonal
Nivel del piso: +55 cm sobre naves
Material del piso: baldosas cerámicas con tiras vidriadas verdes
Materiales de los muros: ladrillo y piedras en escalera
Subida al presbiterio: escalera de caracol con eje levógira de piedra
Estribos: rectangulares de ladrillo
Columnas/pilastras: medias columnas prolongación de nervios
Sección de los pilares: semicircular
Materiales de los pilares: piedra
Decoración en pilares: imposta a media altura y capitel troncocónico
Tipo de arco toral: apuntado
Sección del arco toral: haz de nervios con faja central
Localización de ventanas: en tres tramos centrales
Tipología de ventanas: góticas con dos paños y pequeño óculo.
Techo (Armaduras/Bóvedas): piedra
Tipología: nervada con espinazo de dos tramos rectangulares y uno semipoligonal de doce lados
Decoración en los techos: espinazo con dientes de sierra
Tipología de cubierta: azotea plana
Materiales de la cubierta: ladrillo cerámico
Decoración en los muros:
 Imposta a media altura poe el interior
 Aleros con canes de rollos con faja central

Portadas

Número y situación: en las tres naves
(En cada portada)
Tamaño
Materiales: piedra en la principal y ladrillo en las laterales
Tamaño de los elementos de las fábricas
Resalte respecto al muro
Tipo de arcos: apuntados
Sección de los arcos: con ocho arquivoltas que se prolongan en columnillas en los pies y tres en las laterales.
Decoración
 portada pies: capitel con decoración vegetal, dientes de sierra y puntas de diamante en arquivoltas exteriores, 5 estatuas en ménsulas bajo dosel, canes de leones bajo alero.
 laterales: arco moldurado
Solución en el intradós: arcos rebajados

Capilla Bautismal

Situación: en el lado del evangelio tras la torre
Planta: cuadrada
Nivel del piso: 15 cm sobre la nave
Material del piso: baldosas cerámicas
Materiales de los muros: ladrillo visto
Decoración en muros: no
Ventanas: dos ojivales
Arcos: apuntados en acceso y rehundidos en muros laterales
Techo: bóveda poligonal de 16 lados con dobles lunetos como pechinas
Materiales: enfoscado
Decoración en los techos: no
Otros: embebida en antiguo edificio de dos plantas

Capilla de la Divina Pastora

Situación: tras portada evangelio
Planta: dos tramos, cuadrado y rectangular
Nivel del piso: 15 cm sobre la nave
Material del piso: baldosas cerámicas
Materiales de los muros: ladrillo visto
Decoración en muros: no
Ventanas: de medio punto en tramo rectangular y cegadas en testero norte
Arcos: apuntados en acceso, transición y muros
Techo: bóveda poligonal de 16 lados con dobles lunetos como pechinas, en el tramo rectangular bóveda de cañón
Materiales: enfoscado en poligonal y ladrillo visto en cañón
Decoración en los techos: restos de pintura en bóveda poligonal
Otros: tiene puerta de acceso desde el exterior (en desuso)

Capilla Sacramental

Situación: en testero evangelio
Planta: cuadrado en centro y dos rectangulares formando una L
Nivel del piso: 16 cm bajo la nave, 71 cm bajo presbiterio
Material del piso: baldosas cerámicas con decoración de tiras vidriadas verdes
Materiales de los muros: ladrillo visto
Decoración en muros: medias columnas y columnas en transición de tramos
Ventanas: de medio punto cegada en testero este
Arcos: de medio punto y apuntado en transición altar
Techo: bóveda poligonal gallonada de 32 lados con dobles lunetos como pechinas, en tramos rectangulares escalonada volando ladrillos
Materiales: enfoscada en poligonal y ladrillo visto en rectangularas
Decoración en los techos: no
Otros: se accede desde la capilla mayor, esta a un nivel inferior al resto del templo y tiene una perforación en el centro de la bóveda

Capilla de la Piedad

Situación: en extremo oriental muro lateral epístola
Planta: dos tramos, cuadrado y rectangular
Nivel del piso: 15 cm sobre la nave
Material del piso: baldosas cerámicas
Materiales de los muros: ladrillo visto
Decoración en muros: friso con mocárabes de yeso en tramo rectangular
Ventanas: conopial en testero sur
Arcos: de medio punto en acceso, apuntados en muros y transición
Techo: bóveda poligonal de 16 lados con dobles lunetos como pechinas, en tramo rectangular esquifada
Materiales: ladrillo visto
Decoración en los techos: yeserías en arranque de la bóveda poligonal y cerámica de lazo en la bóveda
Otros: la bóveda decorada tiene una linterna adicionada

Torre

Situación: adosada a los pies del lado del evangelio.
Acceso: por el interior del buque
Tipología: con machón central macizo en primer nivel y dos salas superpuestas.
Tipo de escalera: levógira rodeando el machón en el nivel inferior y alojadas en el muro sur las que suben al cuerpo superior y azotea.
Materiales: de ladrillo
Materiales de los muros: ladrillo con sillares en las esquinas

Decoración en muros: dos hornacinas simulando ventanas lobuladas en el primer cuerpo. impostas en los niveles de suelo y techo del último cuerpo, rehundidos en laterales del campanario y remate de almenas escalonadas
Localización de ventanas: una en los dos primeros niveles y cuatro huecos en el cuerpo de campanas.
Tipología de ventanas: lobuladas en el primer nivel, saetera lobulada en el segundo y de medio punto en campanario.
Techo: bóvedas de arista en escaleras del primer el cuerpo cañones escalonados en las superiores, y baídas en las salas
Materiales del techo: ladrillo visto
Decoración en los techos: dos ladrillos a modo de ojivos en la sala inferior

Levantamiento y fotografías

Obvio decir que un levantamiento bien realizado proporciona una información más condensada y mucho más fácil de manejar, lo cual unido a los avances de la fotografía y la informática permiten crear bases de datos fácilmente manipulables, reproducibles y a bajo costo.

Otros

La Iglesia de Santa Marina está destacada como cabeza y, en cierto modo, como modelo del llamado «grupo parroquial primitivo» y fue quemada en 1936. Evidentemente, ésta es una descripción subjetiva y que sirve como punto de partida para posteriores estudios más especializados y que va más allá del habitual estudio estilístico. También es una propuesta abierta susceptible de muchas mejoras y matizaciones, pero es un punto necesario para poder establecer un estudio comparativo que vaya más allá de la simple catalogación artística.

Como ejemplo de este estudio comparativo, existen varios aspectos que Angulo detecta como la progresiva ampliación de la distancia entre el trasdós del arco y la cornisa en las portadas de piedra, y otros que simplemente señala, así apunta que determinada orientación es una condición de antigüedad, que las ventanas sobre los arcos son raras en Sevilla pero no en otras poblaciones, que existe una curiosa evolución en los soportes y seguramente otras que aún no he sabido descubrir.

Si estudiamos las características constructivas y dimensionales, advertiremos una serie de cuestiones que son poco evidentes cuando se observan separadamente; otras consideraciones serán, sencillamente, aquellas que se producen por una puesta en común de los datos observados.

Aun así, queda un aspecto fundamental que quizás sea el que nos puede proporcionar una mayor información, me refiero a las bóvedas. Pese a su innegable similitud existen pequeñas diferencias que, a los ojos de los entendidos son bastante significativas, como la existencia de espinazo, la similitud o desigualdad entre los tramos, el número de lados del tramo poligonal, etc.

Como ejemplo de ello traigo a colación un estudio referido sólo a los edificios parroquiales sevillanos de esta época en la que podemos observar algunas de las características señaladas:

El grupo de iglesias «primitivas» tiene la particularidad de distribuirse como un anillo en el exterior de la ciudad, estando las del «grupo de 1356» en el centro de ésta (fig. 2). Además es singular que, dentro de las primeras, la triada que caracteriza al grupo, Santa Marina, San Julián y Santa Lucía, son prácticamente adyacentes y están situadas al nordeste del re-



Figura 2
Situación de las iglesias sevillanas catalogadas por Angulo

cinto, mientras que las «especiales» están hacia el oeste o en el sur. Esto parece indicar —de ser esta clasificación correlato de circunstancias históricas— el comienzo de la actividad edificatoria en la periferia de la ciudad, lo que puede tener multitud de razones que sólo nos atrevemos a aventurar.

Es sabido que en el Islam las mezquitas están orientadas en dirección a la Meca aunque, continuando la tradición omeya, en España están erróneamente orientadas hacia el Sur. Las iglesias cristianas, en esta época se disponían siguiendo la orientación opuesta, es decir con la cabecera hacia oriente y los pies a occidente. Si estudiamos la orientación de las parroquias sevillanas (fig. 3), observaremos que esta afirmación se cumple sin excepción, siendo un argumento que nos permite identificar aquellas que han sido levantadas de nueva planta. En el grupo seleccionado todas las parroquias están orientadas en un arco de 421, excepto la de Santiago que tiene orientación totalmente opuesta. Parece muy posible, y más si observamos la planta, que en algún momento se cambiara la cabecera de la iglesia trasladándola al extremo opuesto, manteniendo restos de la primitiva construcción.

Todas las parroquias tienen una orientación más o menos correcta, es decir, la orientación de las iglesias se corresponde con la posición del sol en el amanecer sevillano en el periodo del año situado entre finales de febrero y principios de noviembre y que es, aproximadamente, la época de buen tiempo y cuando sería lógico comenzar una obra. Y una conclusión, acaso coincidencia, es que las tres iglesias de mayores dimensiones tienen orientación más septentrional y que las de menor longitud se encuentran en el extremo opuesto del intervalo; únicamente debo anotar este dato, cuyo posible significado desconozco.



Figura 3
Orientación de los templos sevillanos.

El que las iglesias se levantan sobre las mezquitas es un hecho evidente en los dos principales templos de la ciudad, y muy posible en el resto, pues, entre otras cuestiones, el suelo tiende a mantener su uso. Muchos templos se han considerado mezquitas al coincidir capillas e iglesia con supuestos mihrab y sala de oración: cuando a cualquier parroquia le añadimos una capilla en el lado de la Epístola, ya tenemos planteado el problema.

El primer cronista de la ciudad que enumera las iglesias indicando su antigüedad es Zúñiga que, en sus Anales publicados en 1677, divide el conjunto parroquial en tres grupos. El primero es aquel formado por aquellos templos que fueron iglesias «en tiempo de moros», el segundo es el que agrupa las mezquitas reutilizadas y, por último, sobre el tercero especifica que «nada tienen que suponga mayor antigüedad que la de nuestra conquista». Las de menores dimensiones pertenecen todas al grupo de las mezquitas, coincidiendo además, como ya hemos visto, en su orientación; por el contrario, en el grupo de las de mayor tamaño, no informa nada sobre tal continuidad mezquita-iglesia, como tampoco sobre su situación en la ciudad (fig. 4).

En esta aproximación a las dimensiones de las iglesias, hemos optado por realizar la comparación en el tamaño interior del buque de las parroquias, sin medir las diferentes estancias que se abren a él. Una vez ordenadas las medidas así obtenidas observamos que no existe un tamaño único ni una evidente ordenación general, pero si procedemos a analizarlas más detenidamente, podremos aventurar una serie de conclusiones respecto a ellas.

En primer lugar la longitud del buque de las iglesias es bastante diversa y parece existir una concentración entre los 21–22 metros de longitud. La característica común en la que coinciden todas las de menor longitud es que se encuentran dentro del sector antiguo de la ciudad, es decir, donde la Sevilla de



Figura 4
Situación de las mezquitas según Ortíz de Zúñiga

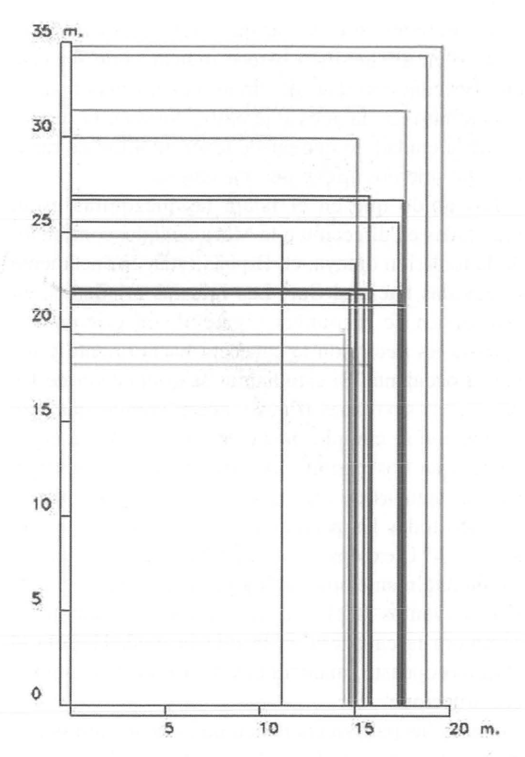


Figura 5
Tamaño del buque de las parroquias sevillanas

los siglos XII–XIV se encontraría más consolidada y en que las tres han sido, como ya hemos señalado, consideradas como reedificadas sobre anteriores mezquitas y con una orientación muy próxima (fig. 5).

Si estudiamos la anchura del buque de las iglesias obtendremos que la agrupación dimensional en la anchura es mucho más fuerte que en el estudio de la longitud. La razón que puede motivar la permanencia de un ancho de iglesia casi uniforme, es la utilización del sistema de cubiertas en madera, que por las características propias del material y por el invariable sistema de par y nudillo en la nave central y colgadizo en las dos laterales, imponen las dimensiones del ancho del templo.

A la hora de abordar el estudio de las cabeceras de los templos parroquiales sevillanos nos encontramos con una seria dificultad: puesto que son el punto más importante del conjunto, es también al que van dirigidos los mayores esfuerzos de ornamentación, conservación y restauración; en resumen, es el lugar que invariablemente ha sufrido los mayores cuidados y la presencia de altares, retablos, etc. ocultan frecuentemente sus detalles e imposibilitan una correcta medición. Tendremos que recurrir a aquellas características que sean determinantes, comunes a todas ellas, fáciles de observar y difíciles de alterar.

La mayoría de las iglesias tienen cabeceras con dos tramos o tres tramos sin que esto sea reflejo de una mayor o menor dimensión del buque, el último tramo de la cabecera siempre es poligonal, aunque no invariablemente ochavado. Si completamos los polígonos que forman éstas, suelen ser de ocho lados, pero algunas iglesias presentan un mayor número de lados en su ábside y se consideran como las primeras iglesias levantadas tras la conquista o con un presbiterio muy primitivo o, en su defecto, arcaizante (fig. 6).

Las parroquias que han sufrido reformas en su capilla mayor han cambiado también su sistema de cobertura y han pasado de una cubierta plana o azotea, a una inclinada casi siempre tejada, lo que es síntoma de la presencia de bóvedas encamonadas, bien protegidas bajo la cubierta. En Sevilla, la mitad han sufrido esta transformación. Mediante un razonamiento inverso al anterior, las coberturas de aquellas cabeceras que permanecen más o menos originales es inva-

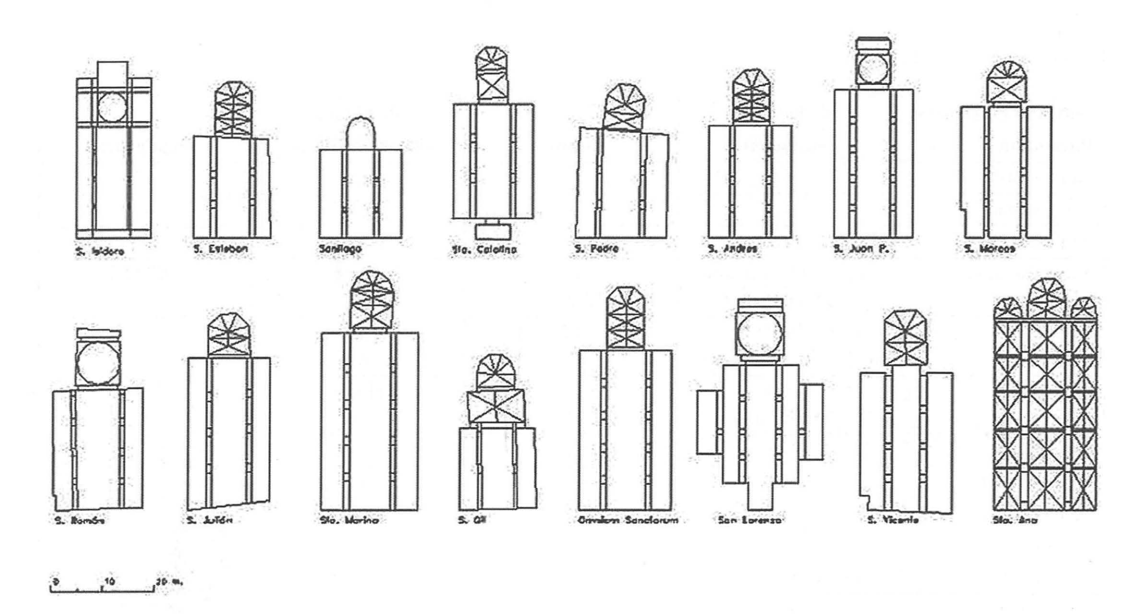


Figura 6
Plantas de las parroquias sevillanas

riablemente plana, lo que era de esperar. En el caso de las cubiertas techadas, no parece existir un interés primordial para acceder a éstas directamente, pero en las transitables esta posibilidad era importante. De éstas, cinco conservan la escalera primitiva de subida, que siempre está adosada al ábside entre dos estribos en el lado del evangelio y tiene un núcleo de piedra: son auténticos caracoles góticos del tipo de husillo.

La mayoría de las iglesias sevillanas están revestidas tanto por su interior como al exterior. Sin embargo, en su perímetro podemos casi siempre encontrar fábricas vistas en uno o varios paramentos. Las fábricas observadas son siempre de ladrillo macizo con aparejos más o menos regulares, limitándose la piedra a unas pocas piezas, que no llegan a conformar una auténtica fábrica, colocadas como refuerzos en las esquinas, trabas en la torre y asientos de los estribos. Hemos procedido a la medición de estos paramentos de la siguiente forma: para las fábricas de ladrillo contamos el número de hiladas que se disponen en un metro de altura y, para las piedras, observamos el tamaño de la soga y el grueso de un sillar tipo.

Las fábricas de ladrillo son extraordinariamente uniformes en todos los templos cuando hemos medido partes originales como son las naves, torres, ábsides, etc. pues presentan una distribución entre 12 y 13 hiladas por metro. Las únicas excepción son la torre de San Gil que tiene 15 h/m frente a las 12 que encontramos en su fachada por el lateral de la Epístola y las 14 h/m de las adarajas de la portada de la Epístola en San Julián. Por el contrario, las capillas y estancias claramente adosadas presentan un mayor número de hiladas.

Respecto a los sillares de piedra, estos tienen un tamaño muy variable, que oscila entre 50 cm y un metro para la soga y entre 30 y 50 cm de grosor. El origen de este material es diverso y difícil de localizar, salvo para los procedentes de las canteras del Cerro de San Cristóbal en El Puerto de Santa María. Esta piedra ha sido muy empleada en la construcción sevillana desde que se usó en la Catedral y es relativamente fácil de identificar, coincidiendo esta procedencia con los sillares de menor grosor.

La datación de esta piedra en Sevilla es de principios del siglo XV y, por otros estudios, está documentado que las portada de San Juan de la Palma

Tabla 1
Dimensionado de las fábricas

Fábricas exteriores Parroquia	de ladrillo situación	lad/m.	de piedra situación sillares	soga/grueso
San Isidoro	n/e	—	n/e	—
San Esteban	n/e	—	n/e	—
Santiago	n/e	—	n/e	—
Santa Catalina	capilla adosada torre absibiolos**	12 12 y 17	torre	87 / 50
San Pedro	ábside torre, pies y lat. Epíst.	12 13	n/e n/e	— —
San Andrés	ábside lat. Epístola	12 15	ábside	70 / 30
San Martín	pies	13	torre	80 / 47
San J. Palma	n/e	—	n/e	—
San Marcos	pié	13	n/e	—
San Román	pié	12	torre	100 / 48
San Julián	adarajas port. Epístola	14	n/e	—
Santa Lucía,	pies	12	torre	63 / 35
Santa Marina	general Casa Hermandad	12-13 16	general Cap. Piedad	34–53 / 60–100 70 × 28
San Gil	torre lateral Epístola	15 12	n/e	—
O. Sanctorum	torre cap. Evang. tras torre lat. Evang. y ábside	13 15 12	torre ábside	50 × 36 75 × 45
San Lorenzo	torre	13	torre	94 × 48
San Vicente	torre	12	n/e	—
Santa Ana	torre y estribos	12	n/e	—

* Se refiere a las fábricas de ladrillo y piedra vistas desde el exterior.
** Uno de ellos sabemos que es falso.

está datada en 1420–21 y que la de San Esteban es anterior a ésta,al contrario de lo generalmente aceptado. Ambas están realizadas con este material portuense como casi todas las de las restantes parroquias. Las portadas de los pies de San Martín y San Isidoro Xambas muy sencillas X son las únicas excepciones al respecto y están ejecutadas con piedras de otra procedencia. La identificación de los materiales pétreos de cada parroquia, así como las canteras de procedencia de ésta es un estudio que queda abierto y que espero retomar en breve (Tabla 1).

Lista de referencias

Cómez Ramos, Rafael 1993. *La iglesia de Santa Marina de Sevilla.* (Arte Hispalense). Sevilla: Diputación de Sevilla,

Gómez de Terreros Guardiola, Pedro. 2001. *Análisis arquitectónico de los templos parroquiales en la ciudad de Sevilla: Santa Marina.* Sevilla: Tesis doctoral.

Osma, Guillermo J. de. 1902. *Azulejos sevillanos del siglo XIII.* Madrid.

El archivo parroquial se quemó en 1936 por lo que la documentación restante se encuentra en el archivo del Arzobispado de Sevilla.

Las intervenciones de Francisco Pons-Sorolla en la catedral de Santiago de Compostela entre 1962 y 1975

Cristina González Martín

Desde la Dirección General de Arquitectura y mas concretamente desde la Sección de Ciudades Artísticas, Francisco Pons-Sorolla, director de ésta sección desde 1951, realizó entre 1962 y 1975 una serie de intervenciones en la Catedral de Santiago de Compostela, orientadas principalmente hacia la reposición de cubiertas, y la restauración y consolidación de sus estructuras.

Entre 1946 y 1954 el historiador Manuel Chamoso Lamas y Francisco Pons-Sorolla realizan unas excavaciones en el subsuelo de la catedral en las que se descubre la existencia de una necrópolis hispanosueva de los siglo III y IV, la catedral de Santiago de Compostela ha sido un ir y venir constante de obras, restauraciones y excavaciones, se puede decir que desde finales del siglo XI (1075), momento en que se inician las obras de la actual catedral, no se ha dejado de intervenir en ella. Tras unas catas que ambos realizan en las cubiertas hacia 1961, en las que se descubrió que se conservaban cerca de un 60% de las cubiertas originales (fig. 1), se decide realizar una serie de intervenciones[1] en el monumento, éstas comenzaran en 1962 y serán llevadas a cabo por Francisco Pons-Sorolla, con la colaboración de Gabriel López Collado[2] como aparejador, al amparo de las Direcciones Generales de Arquitectura y Bellas Artes.

Las obras que se realizaron consistieron en reposiciones de, prácticamente, todas las cubiertas del monumento (fig. 2) con el objeto de recuperar las cubiertas primitivas, y en restauraciones y consolidaciones de arcos y bóvedas de diferentes zonas. Se va a realizar un análisis de cada intervención, y se estudiaran las causas y las consecuencias que tuvieron los métodos constructivos utilizados, así como el marco teórico en que se apoyaron a la hora de tomar la decisión de utilizar estos métodos, y el estado actual del monumento.

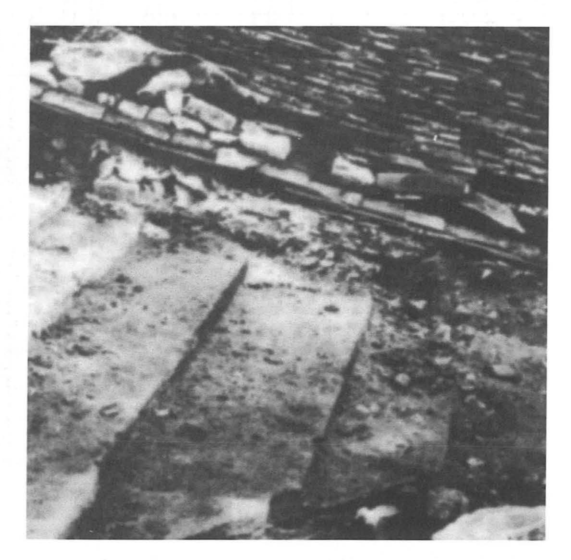


Figura 1
Catas en la cubierta de la catedral (1963). Cubierta de losas graníticas originales bajo cubierta sobrepuesta de teja cerámica

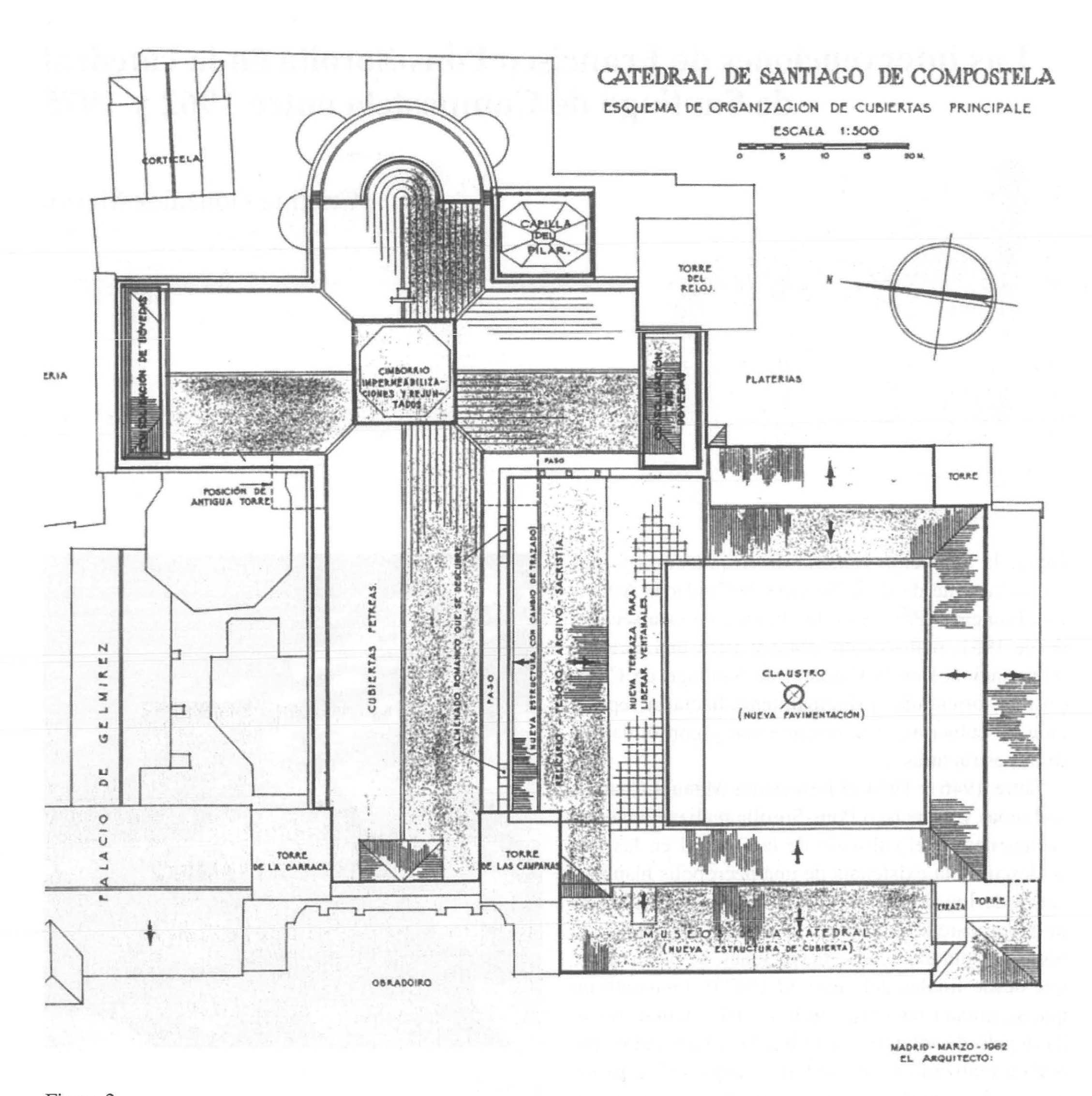


Figura 2
Plano de cubiertas. Ubicación de las intervenciones. Pons-Sorolla (1962)

Claustro: restauración de las cubiertas y zonas visitables bajo el cuerpo claustral

Esta obra se desarrolló entre los años 1962 y 1964, consistió en la reposición de las cubiertas del cuerpo claustral, de ellas destacaron las intervenciones en la cubierta que alberga los museos de la catedral en el ala oeste (fachada del Obradoiro), y la cubierta sobre la sacristía, tesoro y relicario en el ala norte, también se excavó bajo el claustro acondicionando bajo él unas zonas visitables.

La primera intervención que se realiza en la cubierta del claustro es en el ala oeste, que corresponde con la cubierta sobre el museo de la catedral, en ella se modifica la estructura para dar una mayor altura en el interior, por una necesidad de uso en las

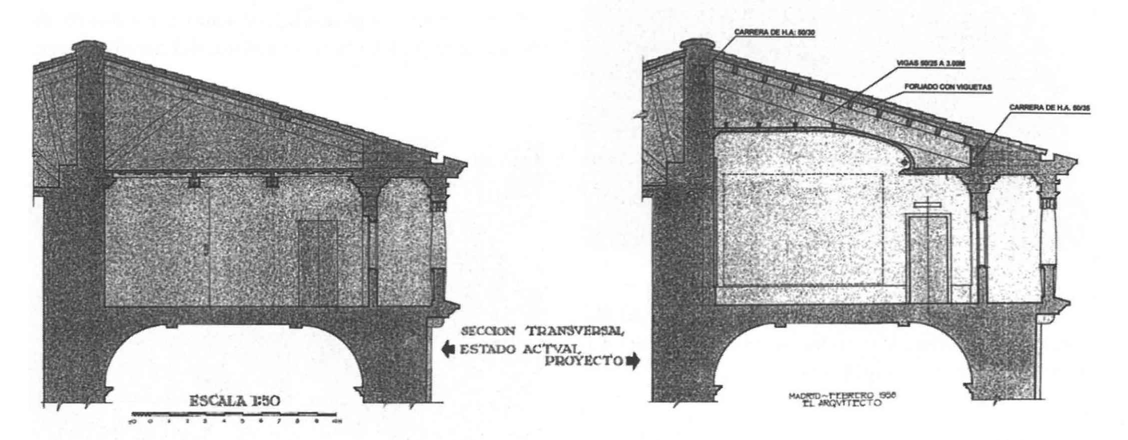


Figura 3
Sección constructiva de las cubiertas del cuerpo claustral por el Museo de Tapices. Pons-Sorolla (1958)

salas de exposiciones (fig. 3). La cubierta que existía de madera fue levantada y sustituida por otra «cubierta incombustible» realizada con vigas de hormigón armado de 350 kg de cemento y 130 kg de hierro por m^3, formada por pares con unas dimensiones de 0,25 x 0,50 m, que apoyan en el muro central del cuerpo claustral y en el de la fachada de la balconada a la plaza, y unos zunchos de reparto de carga a lo largo de ambos muros de 0,50 x 0,35 m, sobre los pares se proyectó un forjado de viguetas pre-comprimidas de hormigón y piezas de relleno huecas, todo ello se terminó con una capa exterior de compresión con mortero de cemento impermeabilizado sobre la que se colocó la teja curva sobre mortero bastardo (fig. 4).

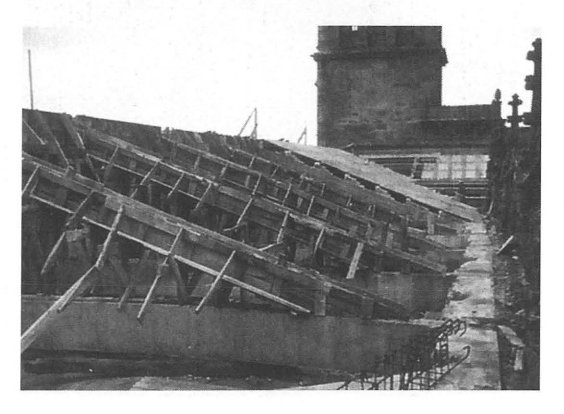


Figura 4
Detalle de la estructura de cubierta del claustro. Pares de hormigón armado y zuncho de reparto de cargas

La segunda gran intervención en el claustro fue la ejecución de las nuevas cubiertas en el ala norte del claustro, adosada a la catedral, en ella se cambió el trazado de un solo faldón por el de dos, con ello se consiguió la liberación del almenado medieval y las ventanas del cuerpo alto de la catedral, se sustituyó la armadura de madera (fig. 5) por una cubierta de tabiques de ladrillo y tableros sobre las bóvedas, también se recuperó la antigua terraza que se ejecutó con vigas de hormigón armado y viguetas prefabricadas con bloques cerámicos, se impermeabilizó con fieltros asfálticos soldados y se pavimentó con losas graníticas de 5 cm de espesor (fig.6).

La intervención en las cubiertas del claustro se concluyó con una reconstrucción de las otras dos alas restantes en las que se suprimieron las estructuras de madera, al igual que en las anteriores, por tabiques de ladrillo para dar pendiente, con tableros de rasilla,



Figura 5
Trasdós de las bóvedas del claustro en el ala oeste. Al fondo el ala norte durante la supresión de la cubierta de madera existente, ventanales recuperados

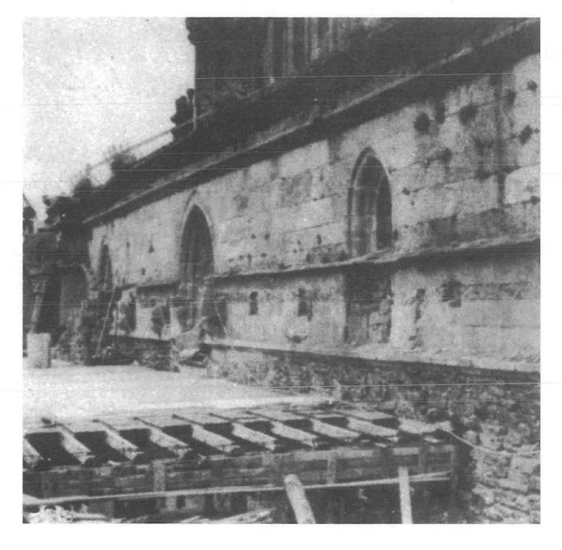


Figura 6
Ala norte del claustro, restitución de la antigua terraza (1963)

capa impermeabilizadora y teja curva, para todas estas intervenciones en las cubiertas se usaron andamios-torre de madera en puntos del exterior (ver uno de ellos en la figura 5) y pasos de entablonado elevado sobre caballetes que permitían la circulación de obreros y materiales a los puntos de elevación y descenso. Una vez finalizadas las obras en las cubiertas se procedió a consolidar las bóvedas y pilas de las galerías claustrales reponiendo las piezas de nervaduras rotas o descompuestas (fig. 7) y rejuntando con morteros mixtos, para ello se usaron andamios de madera con plataformas a la altura del *tas de charge*.

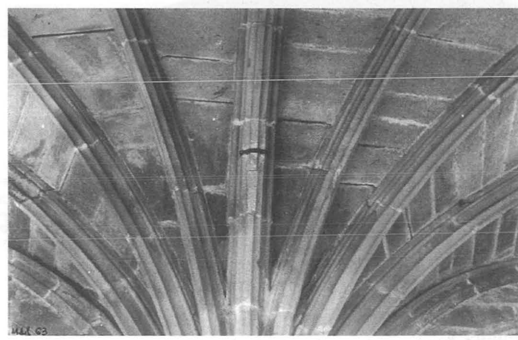


Figura 7
Detalle del arranque de las bóvedas en las galerías claustrales. Mayo 1963

Para finalizar con las obras en el claustro, y tras realizar unas excavaciones para el estudio del claustro del siglo XIII, se acondicionaron unas zonas visitables bajo las galerías ejecutando un forjado a base de viguetas de hormigón armado y bovedillas, y capa de compresión, en la zona del patio el forjado se realizó con losa de hormigón armado de 15 cm, solera de hormigón de 200 kg de cemento y capa impermeabilizadota, esta zona se pavimentó con losas graníticas cuadradas.

Triforio: consolidación de las bóvedas de las fachadas de Platerías y Azabachería

Después de realizar la restauración de las cubiertas del crucero se observó que las bóvedas de cuarto de circulo del triforio habían cedido, éstas bóvedas no tenían enlace ninguno con los muros de fachada alta del crucero, su generatriz mas alta ejercía presión sobre ellos al apoyar en los muros directamente, lo que exigió una rápida intervención para evitar el movimiento en el futuro. Este fue uno de los principales motivos por el cual hacia 1967–1968 se planteó la

consolidación de las bóvedas. Otra de las causas que obligaron a las restauraciones de arcos y bóvedas, no sólo en el triforio sino también en otras zonas del edificio, fue que al levantar las cubiertas para las reposiciones, se encontraron con que bajo ellas existían gran cantidad de escombros que se habían ido acumulando después de las diferentes reparaciones, que necesitaron las cubiertas, éstos escombros eran una sobrecarga añadida, que podía afectar la estabilidad de algunas estructuras.

La consolidación de las bóvedas del triforio consistió en un refuerzo realizado desde el trasdós, previo levantamiento del enlosado de cubierta de los cuerpos bajos y una vez retirado el escombro, el trasdós se preparó cepillándolo con un cepillo de púas metálicas descarnando las puntas de la plementería (fig. 8) y clavando en ellas unas varillas con garrotas separadas entre 40 y 50 cm, para terminar de preparar el trasdós se vertió un enlechado de mortero de cemento de 450 kg, se abrieron unos mechinales en la sillería románica cada 1,50–1,80 m y se extendió un mallazo metálico de 12 mm de diámetro sobre la plementería preparada y unos anclajes en los mechinales, para terminar con una capa de hormigón de 8 a 14 cm de espesor de 350 kg (fig. 9). La intervención concluyó con un relleno de hormigón en los senos de las bóvedas y la reposición de los enlosados pétreos solapados.

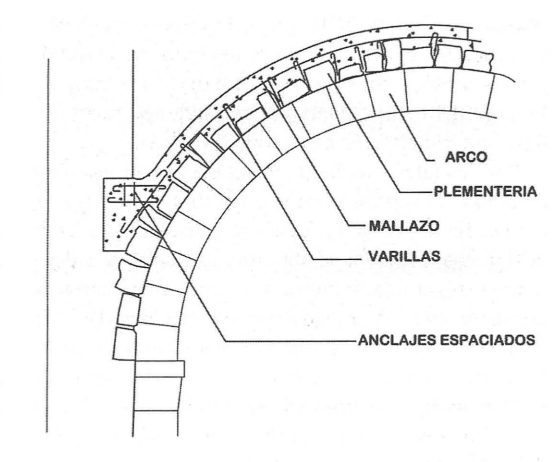


Figura 9
Detalle constructivo del refuerzo de bóvedas con hormigón armado

Capilla del Pilar: reposición de cubiertas

En 1968 se decide reponer las cubiertas de la capilla barroca del Pilar,[3] se trata de una capilla situada en el ángulo que forma el brazo sur del crucero con la girola de la catedral, de planta rectangular, sencilla cuya complejidad radicaba en la cubrición, construida con una cúpula pétrea sobre la que se apoyaba una estructura de madera para la formación de la cubierta de teja, terrazas pétreas con antepechos de sillería y un cupulín de sillería apoyado directamente sobre la



Figura 8
Trasdós de la plementería del triforio

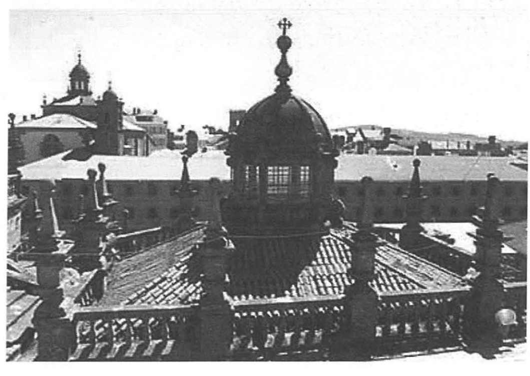


Figura 10
Cubiertas de la Capilla del Pilar

bóveda interior (fig. 10), toda ésta serie de elementos superpuestos unido a la dureza del clima de la región y a los movimientos que sufren todos los edificios a lo largo del tiempo hicieron que fuera necesario realizar una restauración en el conjunto.

Tras levantar la cubierta de teja el primer paso que de dio fue la supresión de la estructura de madera sobre la cúpula pétrea, la cúpula se consolidó siguiendo el siguiente proceso: se abrieron las juntas de sillería y tras realizar una limpieza se ejecutó un cascarón de hormigón en masa armado con tela metálica (fig. 11), sobre el cascarón se levantaron unos tabiques de ladrillo para formación de la nueva cubierta, siguiendo la traza poligonal original, se terminó con tableros dobles de rasilla, impermeabilización asfáltica y teja del país asentada con mortero bastardo.

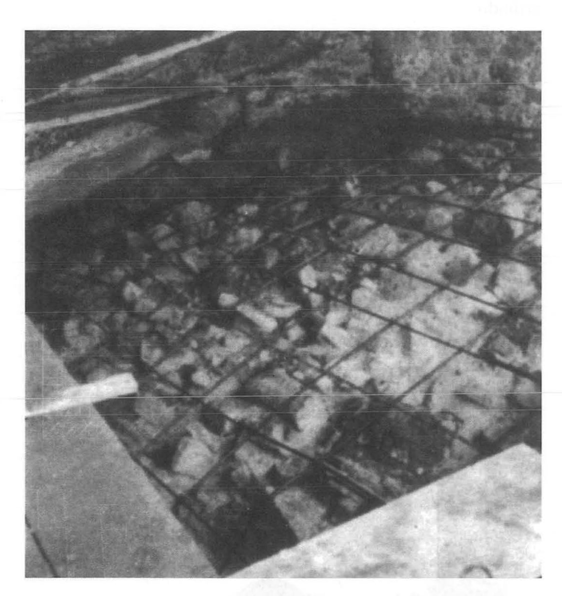


Figura 11
Tela metálica preparada para recibir el hormigón para la formación del cascarón (1970)

NAVE MAYOR: CONSOLIDACIÓN DE LAS BÓVEDAS Y TERMINACIÓN DE SUS CUBIERTAS PÉTREAS

Una vez realizadas la reposición de cubiertas pétreas de la cabecera y crucero y creadas unas nuevas *estructuras indeformables* de hormigón armado en el cuerpo claustral que como afirma Francisco Pons-Sorolla «colaboran en este momento de modo eficiente al contrarresto de empujes y deformaciones antiguas sufridas por el costado sur del templo catedralicio»,[4] hacia 1969 se plantea la necesidad de reponer las cubiertas pétreas de la nave mayor ejecutando simultáneamente la consolidación de las bóvedas de cañón de la nave mayor, el motivo de ésta consolidación fue que se observó un cedimiento, aunque en estado estacionario, de los muros de separación de naves a nivel de triforio, y como consecuencia de ello un ligero desplome de los pilares. El cedimiento era realmente pequeño pero al tratarse de arcos fajones de medio punto, cargados en las claves por los rellenos bajo cubierta, la deformación del perfil del arco era realmente importante.

Se reforzaron los arcos fajones contrarrestando la tendencia natural de deformación, y se garantizó la estabilidad de las bóvedas, cuyas claves corren a más de 22 metros sobre el pavimento, para poder reponer con todas las garantías las cubiertas pétreas, que en la nave mayor fueron suprimidas en el siglo XIX por temor a una aceleración de la deformación. Para reforzar los arcos fajones se ejecutó un sobrearco de hormigón armado (fig. 12) unido al primitivo con

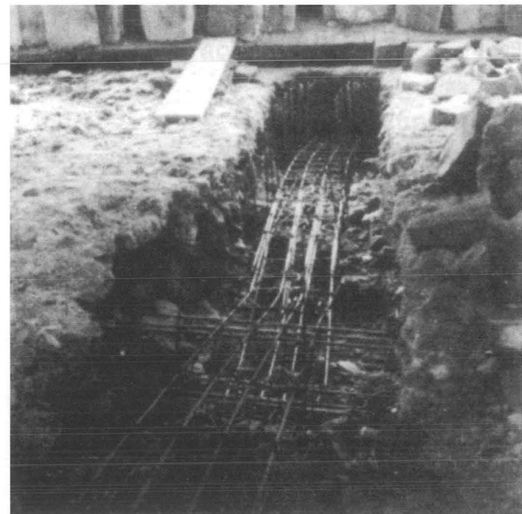


Figura 12
Armaduras de un sobrearco pendiente de encofrar

unas varillas de doble garrota penetrando de 10 a 12 cm en las juntas y sobresaliendo entre 20 y 25 cm, se rellenó con mortero de cemento de 300 kg, y se anclaron al muro unos mechinales (B), tangente a éste arco se hizo un tirante de hormigón armado que penetra en el muro en otros mechinales (D) (fig. 13).Las bóvedas de cañón se consolidaron mediante un contrarresto continuo fragmentado mediante forjados de tabiques, con rellenos de hormigón armado en los puntos en los que por necesidad de carga o mayor contrarresto lo requirieran. Se ejecutaron zunchos de hormigón armado de estabilización y reparto de cargas a lo largo de la cabeza de los muros extremos y sobre el muro de separación de naves (fig. 14).

Una vez consolidados las bóvedas de cañón y arcos torales de la nave mayor se procedió a realizar la reposición de las cubiertas, esta intervención se eje-

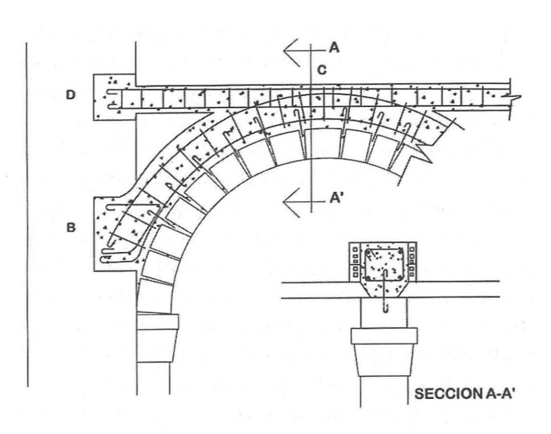


Figura 13
Detalle constructivo del refuerzo de arcos con hormigón armado

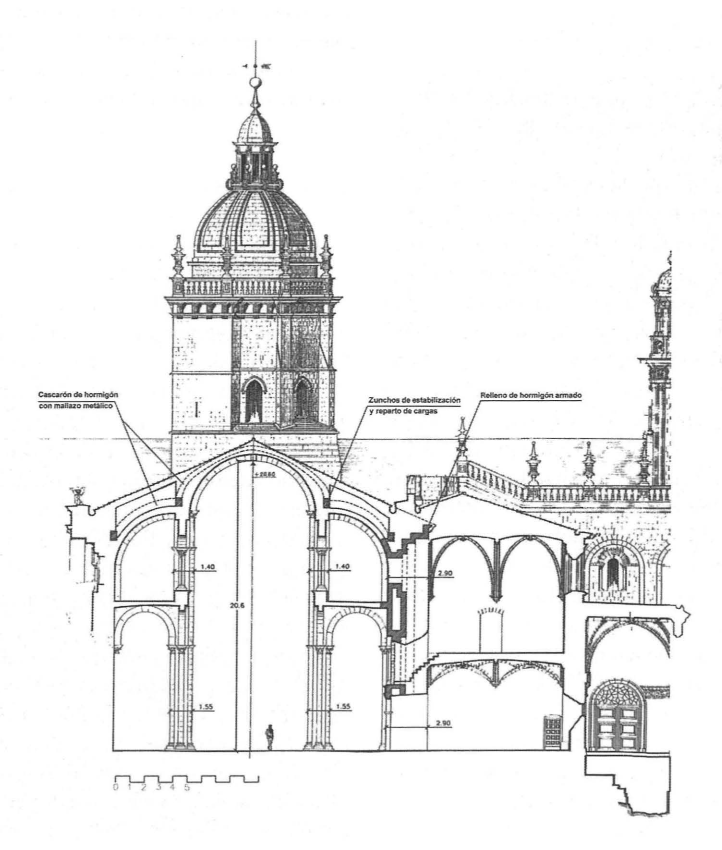


Figura 14
Esquema constructivo de la sección transversal. Intervención en la nave mayor y triforio. Pons-Sorolla (1969)

cutó por fases de forma que no quedaron expuestas a la lluvia grandes zonas sin cubrir, pues en cada zona en la que se actuaba se utilizaban sobrecubiertas tapadas con lonas.

Al desmontar la teja aparecieron bajo ella las losas originales (ver figura 1) que se desmontaron y clasificaron para reponerlas, de forma que quedaran zonas bien definidas con las losas originales, y el resto con copias de losas realizadas con el mismo material. Sobre los tabiques de ladrillo, que fragmentan la consolidación de las bóvedas de la nave mayor, se colocaron unos tableros de ladrillo y se asentaron las piezas con mortero de cemento impermeabilizado.

La memoria de éste proyecto[5] concluye con una declaración del autor en la que afirma: «han sido comprobadas por el arquitecto que suscribe los empujes y resistencia de las bóvedas actuales y la mejora de comportamiento resistente en la solución proyectada».

Triforio: consolidación de las bóvedas sobre la tribuna del pórtico de la Gloria

Francisco Pons-Sorolla planteó que en 1972 se realizara la obra complementaría interior de las cubiertas, que consistió en la ejecución de las consolidaciones interiores, limpieza general y rejuntado del triforio sobre el pórtico de la Gloria de la catedral, así como la restauración de los arcos fajones interiores y la reposición de los revocos blancos en la gran bóveda de cañón de la nave mayor. Se cimbraron los arcos de la nave central con desarrollo de 14 m, con un forjado provisional de madera a nivel de arranque de las bóvedas. La consolidación de las bóvedas del triforio sobre la tribuna del pórtico de la Gloria y laterales se realizó con vigas de atado de hormigón armado y cascarón de hormigón de 12 cm de espesor con un mallazo metálico como armadura (fig. 15). Como se puede ver el procedimiento seguido es el mismo que el realizado en la intervención de 1967–1968 sobre las bóvedas del triforio de las fachadas de Platerías y Azabachería (ver figura 10: detalle constructivo del refuerzo de bóvedas con hormigón armado).

Una vez finalizada la consolidación se limpiaron las zonas de sillería y columnata del triforio, se rejuntó con morteros de cemento, terminando con mortero de cal y juntas lavadas. El intradós de las bóvedas de chapacuña se picó y se limpió, seguido de un

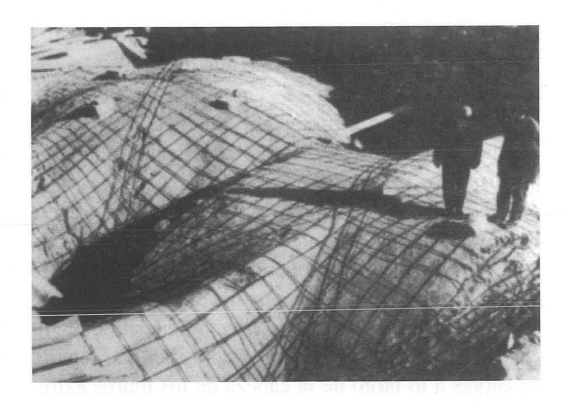


Figura 15
Armaduras dispuestas en cuadricula sobre el trasdós de las bóvedas preparadas para recibir el mortero

enfoscado con mortero de cemento y arena de río en varias capas y un enlucido con mortero de cal, arena y cemento, terminado con un blanqueo a la cal tanto en el triforio como en la nave mayor.

Conclusiones

En el análisis realizado de la consolidación en las bóvedas del triforio de las fachadas de Platerías y de Azabachería se nombra una de las causas que motivaron estas intervenciones en arcos y bóvedas, como fue la acumulación de escombros bajo cubierta, en ella se hace referencia a las diferentes reparaciones que se realizaron en las cubiertas, y hablando de ellas es importante saber que las consecuencias que produjeron no fueron solo la sobrecarga añadida en la estructura de todo el conjunto, sino que algunas no se realizaron con muy buen criterio, otras sí, pero ahora se va a estudiar un caso de una de éstas intervenciones que mas que solucionar problemas provocó otros, por ejemplo el caso en el que al pudrirse el extremo superior del par de cubierta de madera recibido en el muro, por desprenderse el mortero de la última teja y penetrar el agua de lluvia por gravedad, éstos pares, con la teja que soportan, cedieron hacia abajo ejerciendo presión en la zona inferior del par e iniciando el vuelco de la cornisa y por lo tanto el hundimiento del faldón, todo esto se complicó pues al repararlo colocaron un jabalcón, que a falta de tirante, transmitió el empuje a la cornisa (figs. 16 y 17).

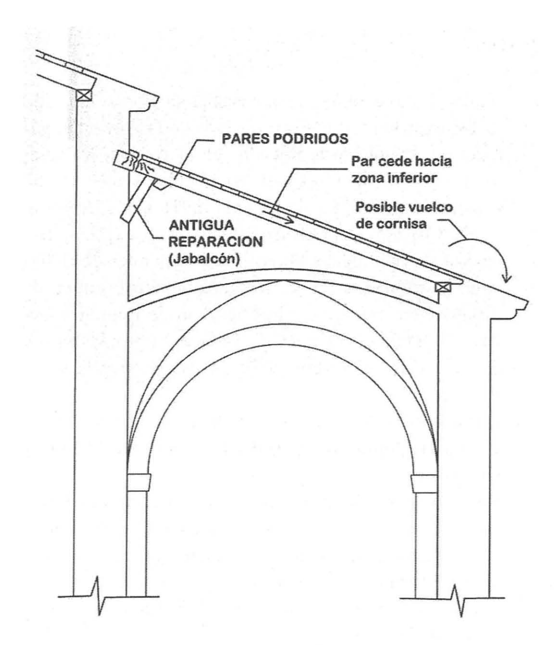


Figura 16
Esquema de reparación de estructura de madera del tipo a la encontrada en la Catedral de Santiago de Compostela

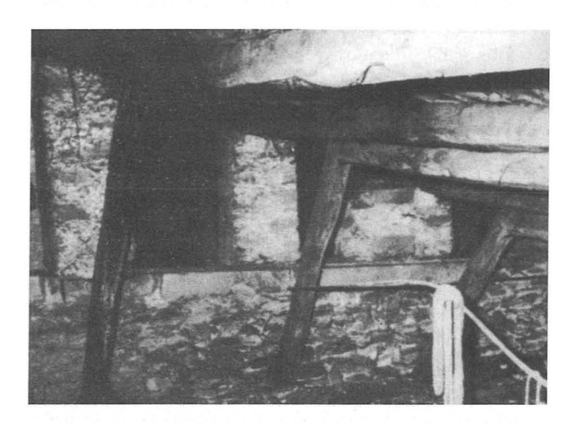


Figura 17
Jabalcones de cubierta de madera el la cubierta del claustro. Septiembre 1963

Tras haber analizado algunas de las causas que obligaron a intervenir en la catedral, desde las Direcciones Generales de Bellas artes y Arquitectura en esos años, y los métodos constructivos empleados en ellas, llama la atención el empleo masivo que se hizo del hormigón en todas y cada una de ellas, lo que nos lleva a buscar los planteamientos teóricos[6] que influyeron tanto en Francisco Pons-Sorolla como en Gabriel López Collado a la hora de decidir el criterio de actuación y los métodos a emplear.

En lo que se refiere a las reposiciones de las cubierta se consideró que no se debía de restaurar una cubierta de madera con el mismo material, pues se pensaba que era un material con vida limitada y con gran riesgo de incendio, así se aconsejaba sustituirlo por otros materiales mas duraderos, como el hormigón armado o tabiques de ladrillo, según los casos, como hemos visto en el desarrollo realizado de las intervenciones, en prácticamente la totalidad de las cubiertas del conjunto catedralicio, las cubiertas existentes de madera se sustituyeron bien por hormigón bien por tabiques de ladrillo en aquellos casos en los que el faldón de cubierta quedaba lejos de la plementería de la bóveda.

Muchas de las intervenciones realizadas entre 1960 y 1975 se ejecutaron por *prevención*, la idea era que, al realizar una restauración, la intervención no sólo debía consistir en las sustitución o reparación de los elementos que se encontraban en mal estado, sino también en mejorar aquellos que aún se encontraban bien, para de éste modo alargar su duración, de ahí algunos de los refuerzos que se realizaron en arcos y bóvedas.

Existía la convicción, en esos años, de que todos los muros que componían un edificio debían de estar enlazados entre sí, y en mayor medida en los edificios antiguos que han sufrido movimientos a lo largo del tiempo. Dentro de éste mismo concepto nos llama la atención, en la actualidad, una de las afirmaciones que realiza López Collado[6] ([1985] 1976, 269) cuando escribe: «Cuando nos encargan una consolidación o restauración, una de nuestras preocupaciones ha de ser la de atar y atirantar todos sus elementos. Especialmente hemos de interesarnos en aquellas construcciones con arcos y bóvedas, porque la realidad es que nunca se sabe cómo están trabajando, debido a los movimientos que a lo largo del tiempo han sufrido». Esta afirmación es interesante porque nos ayuda comprender las intervenciones que se han desarrollado en éste trabajo, así cómo muchas de las obras que se realizaron entre los años 1960 y 1975 en otros monumentos españoles, porque es conocido que la Catedral de Santiago de Compostela no fue el único mo-

numento en el que se emplearon éstas técnicas. Estas intervenciones no cumplen en ningún momento la exigencia, tan promulgada hoy en día, de *reversibilidad*, pues en estos momentos sería totalmente imposible recuperar el conjunto de la catedral al estado anterior a estos trabajos, pues solo por poner un ejemplo, se abrieron huecos en la fábrica original románica para empotrar los zunchos de hormigón armado de estabilización y reparto de cargas.

Para concluir se vio que la solución dada a las cubiertas, parece ser que en un primer momento, fue realmente eficaz, pues permitía una circulación fluida del agua por las cubiertas, pero después de 20 años se ha comprobado que ha planteado algunas deficiencias, pues la climatología de Santiago, con un régimen de lluvias abundantes y constantes origina un problema fundamental, el de la presencia de continuas humedades y filtraciones.

Desde 1985 se han acometido diferentes obras de reparación de las cubiertas. Las actuaciones se centraron en la cabecera de la catedral, donde la acumulación de pequeñas construcciones y espacios muertos agudizó el problema de las humedades; se introdujo en las juntas un recubrimiento de plomo en sustitución de la tela asfáltica de las restauraciones de Pons-Sorolla, y a una diferenciación de las cubiertas, en función de la diferente época de construcción y dimensiones, utilizando lajas de piedra, lajas de pizarra o tejas de barro, algo que no se realizó en las intervenciones objeto de estudio. En éste momento las cubiertas de la catedral vuelven a ser visitables, siempre lo fueron, se ha finalizado una intervención en ellas para habilitar los tejados, realizada por el arquitecto Ricardo Sáez, la característica principal es que se trata de una intervención reversible —como obliga el Instituto de Conservación de Monumentos de la UNESCO—, tiene poco impacto en el templo, en la que se han saneado las escaleras de piedra y las torres, se ha arreglado toda la carpintería, y se han habilitado varias pasarelas con piezas de iroco adaptadas a la piedra sin agredirla con clavos ni puntas. Frente a éste estado del edificio, la historia reciente de las actuaciones en la Catedral es la de una serie de grandes intervenciones fragmentadas en sucesivos proyectos, unos con mayor acierto que otros, pero a pesar de ello, se puede considerar que la catedral se encuentra en buen estado, sin problemas estructurales y con los problemas derivados de filtraciones de agua y humedades ya resueltos.

Notas

1. La documentación de las intervenciones se ha extraído de los expedientes de los proyectos de la Dirección general de Arquitectura ubicados en el Archivo General de la Administración Civil del Estado, Ministerio de Educación y Cultura, en Alcalá de Henares, Madrid.
2. López Collado, Gabriel. Arquitecto técnico (1939), trabajó al servicio de las Direcciones Generales de Bellas Artes y Arquitectura y Vivienda en numerosas obras de restauración, así como en el Servicio de Regiones Devastadas entre 1960 y 1975. Autor del libro *Ruinas en construcciones antiguas. Causas, consolidaciones y traslados.*
3. Construcción de época barroca levantada entre 1665 y 1721 por Domingo de Andrade y Fernando Casas y Novoa.
4. En la memoria del proyecto de consolidación de bóvedas de la nave mayor de la catedral y terminación de sus cubiertas pétreas (1969), el autor realiza ésta reflexión sobre la influencia de la intervención en el ala norte del Claustro, ejecutada hacia 1963–1964, en la nave mayor de la iglesia.
5. En el expediente de esta intervención no se han encontrado los cálculos de los empujes, ni las resistencias de las bóvedas a los que el autor hace referencia en la memoria del proyecto, lo cual no quiere decir que no existan pues estos expedientes están bastante completos.
6. Los planteamientos teóricos se han extraído del libro de Gabriel López Collado, *Ruinas en construcciones antiguas. Causas, consolidaciones y traslados*, 1976 [1985], que fué el manual de uso más utilizado en esos años.

Lista de referencias

Almunia Díaz, Carlos. *Plan director de la S.A.M.I. Catedral de Santiago de Compostela.*

Baltar Tojo, Rafael. 2000. Obras de restauración en la Catedral de Santiago de Compostela. II. *Jornadas técnicas de conservación de catedrales. Las catedrales en España.* Instituto Español de Arquitectura. Universidad de Alcalá.

Chamoso Lamas, M. 1958. *Excavaciones en la Catedral de Santiago*. 31, 121: 39–45. A.E.A.

Chamoso Lamas, M. 1956. Noticias de las excavaciones arqueológicas que se realizan en la Catedral de Santiago (segunda fase). En *Compostelanum*. 1, 4: 275–328.

Fontela, Concha. 2000. La Catedral de Santiago de Compostela: Evolución de una fábrica medieval. II. En *Jornadas técnicas de conservación de catedrales. Las cate-*

drales en España. Instituto Español de Arquitectura. Universidad de Alcalá.

Fundación Caja de Madrid. 1999. *Restauración de la Catedral de Santiago de Compostela*. Madrid: Fundación Caja Madrid, Colección: Monumentos Restaurados; Galicia: Dirección General de Patrimonio Cultural.

López Collado, Gabriel. 1976 [1985]. *Ruinas en construcciones antiguas. Causas, consolidaciones y traslados*. 3ª ed. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Martínez Izquierdo, Enrique. 1998. La actuación del Ministerio de Fomento en el plan nacional de catedrales. En *Jornadas técnicas de conservación de catedrales. Las catedrales en España*. Instituto Español de Arquitectura. Universidad de Alcalá.

Rey Lama, Gonzalo. 1998. Restauración en las catedrales. Una experiencia en las catedrales de Santiago, Tuy y Mondoñedo. En *Jornadas técnicas de conservación de catedrales. Las catedrales en España*. Instituto Español de Arquitectura. Universidad de Alcalá.

Taín Guzmán, Miguel. 1999. *Trazas, planos y proyectos del archivo de la Catedral de Santiago*. A Coruña: Diputación Provincial.

VV.AA. 1998. Cartas Internacionales de Restauración. En *Cuadernos de restauración*. II Documentos Internacionales. Madrid: Instituto Juan de Herrera. Escuela de Arquitectura de Madrid.

La insondable organización constructiva del Palacio Güell de Barcelona, obra de Antoni Gaudí

José Luis González Moreno-Navarro
Albert Casals Balagué

Los asistentes a los anteriores Congresos de Historia de la Construcción, o los lectores de sus actas, pueden recordar o encontrar dos referencias anteriores[1] a la presente comunicación sobre este edificio de Gaudí, el Palacio de los Güell en Barcelona. La segunda nos daba una visión amplia en la que situar el caso; la primera nos desvelaba algunos de los secretos de uno de los edificios más complejos de su autor. Podría parecer que todo lo que aportaba datos de interés ya se había expuesto en dichos textos o bien en la infinidad de publicaciones, algunas nuestras,[2] que inundaron en el 2002 gaudiniano las estanterías en las que se agolpaban una ya infinidad de libros sobre el arquitecto catalán. Pues no es así ya que en nuestro reciente nuevo trabajo de investigación sobre el *Palau*[3] hemos podido descubrir configuraciones constructivas que no hacen sino continuar la larga serie de datos que, aunque parezca imposible, nos llevan a sorprendernos una vez más por lo realizado en sus obras por Gaudí.

Esta nueva campaña de estudios sobre el Palacio Güell desarrollada a lo largo de 2003 es consecuencia de dos hechos: uno, que a pesar de todo lo ya estudiado se tiene conciencia de que quedan muchos detalles desconocidos que son clave en el comportamiento estructural y, dos: el desprendimiento súbito de una de las chapas de piedra que revisten el trasdós de las bóvedas que bordean el salón central del palacio (70 kg desde 6 m de altura).

Todo ello ha llevado a los responsables de la seguridad del edificio a sentir una enorme preocupación derivada de la sospecha de que el edificio no sólo no es suficientemente conocido sino que está entrando en una fase en la que la pérdida de las prestaciones constructivas iniciales augura episodios similares al de la caída súbita de una piedra.

El encargo que se nos hizo a principios de 2003 se ha planteado consecuentemente con los dos hechos anteriores: es preciso conocer a tan a fondo como sea necesario el edificio como para que *sea imposible* que puedan suceder episodios inesperados de cualquier tipo. La imposibilidad absoluta es imposible por la razón de que tampoco lo es el conocimiento absoluto. El objetivo no puede ser otro que llevar el conocimiento a su cota máxima dentro de lo posible con tal de reducir al mínimo, que no a cero, la probabilidad de fallo.

Con este objetivo hemos estado trabajando en el edificio durante un año siete arquitectos (dos *seniors* y cinco jóvenes) junto con especialistas en materiales, geotecnia o en ingeniería de diversos campos. El resultado de nuestro trabajo es un documento que, sin incluir el de los especialistas aunque sí sus conclusiones, alcanza una extensión de 309 láminas A3 en el que se contienen 21 levantamientos a 1:100 de 21 planos de carga con sus correspondientes cálculos de descenso de cargas (diferentes planta a planta y metro a metro en horizontal) que han permitido averiguar las tensiones de compresión en 1.242 puntos, para lo cual, dada la interrelación entre todos los planos de carga, se han tenido que hacer 72 traspasos de cargas de un plano a otro perpendicular.

Las fachadas anterior y posterior han necesitado cada una, para ser descritas con cierto detalle, tres alzados completos, el exterior usual y dos interiores totalmente diferentes al exterior, dos secciones horizontales cada planta y siete secciones verticales a escala 1.100, todo ello acompañado de una infinidad de detalles a 1:20, 1:5, 1:1 y las correspondientes fotografías. Lo mismo podemos decir de los 13 planos de carga interiores todos diferentes a todos.

Se han estudiado al máximo zonas ocultas con influencia en el descenso de cargas para lo cual se ha realizado 44 catas que, en parte, también a servido para dictaminar sobre 136 lesiones visibles. La cantidad de fotos de soporte de todo el trabajo sobrepasa las 1.500.

Si se quisiera transcribir todo en estas actas, lo cual no dejaría de ser sería un extraordinario documento para la historia de la construcción, necesitaríamos el volumen entero.

Obviamente, limitaremos la extensión a lo disponible para lo cual hemos de reducir la comunicación a cuatro casos representativos de la manera de construir con la que Gaudí resolvió su primer encargo importante. Para ello hemos escogido los siguientes: dos de la compleja zona del zaguán, ya presentada en sus aspectos generales en el Congreso anterior[4] y otros dos en la insólita zona central de la fachada posterior. Empezaremos por estos últimos.

Ni que decir tiene que suponemos que el lector ha leído y «recuerda» los aspectos principales ya expuestos en los documentos ya citados anteriormente. Quede claro que los casos escogidos son los que se pueden explicar con dibujos. Otros casos sólo se entienden mediante una simultánea observación *in situ*.

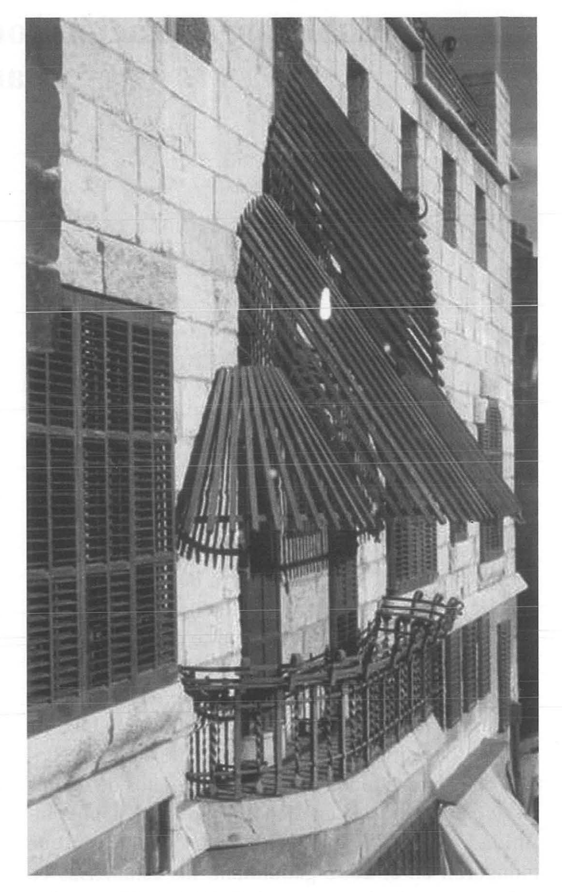


Figura 1
Fachada posterior del Palacio Güell resuelta mediante una robusta sillería.

Sillería con jambas de fundición y celosías de madera portantes

La fachada del Palacio que da al patio de manzana tiene un aspecto exterior con todos los signos que caracterizan a una fachada de sillería de una factura muy robusta. La observación de las jambas de las aberturas superiores no deja lugar a dudas al respecto (fig. 1). Pero, el análisis sistemático y detallado nos lleva a constatar lo contrario. Son varios los lugares en los que ello es así. Destacaremos sólo dos.

En el primero (y su «simétrico») se ubican cuatro (o tres) aberturas que dejan entre ellas tres (dos) machones de sillería. En el plano de descenso de cargas de la cara exterior (vista desde dentro) (fig. 2) de la fachada presentan un aspecto normal. Pero como ocurre también en la fachada principal, el descenso de cargas se ha de analizar según dos o tres planos de carga interiores coincidentes sólo en parte con el exterior. Así en el plano de carga interior (fig. 3) no aparecen los machones sino unas celosías de madera. La razón no es otra que Gaudí, probablemente, inducido por los Güell situó en el grueso de la fachada un pasadizo semisecreto conectado con las entreplantas laterales desde los que «espiar» a quienes estuvieran en las salas contiguas. Pero un pasadizo por estrecho

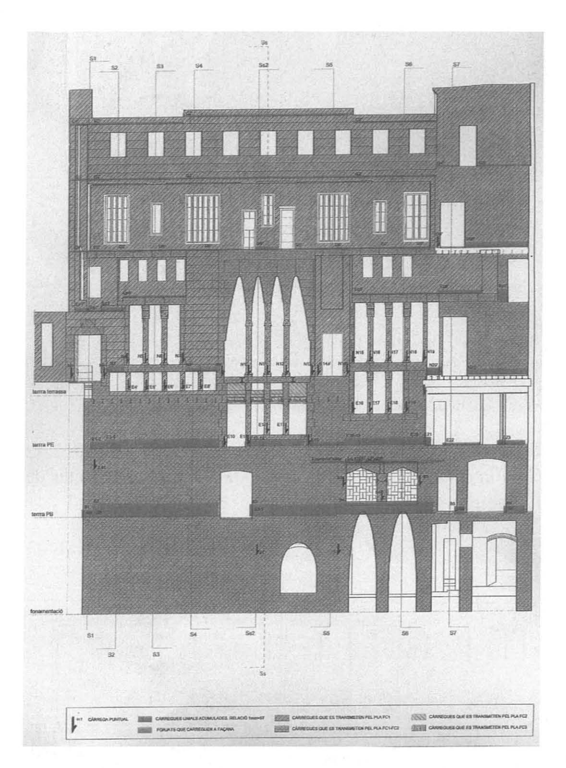


Figura 2
Plano de carga correspondiente a la cara exterior de la fachada de la figura 1.

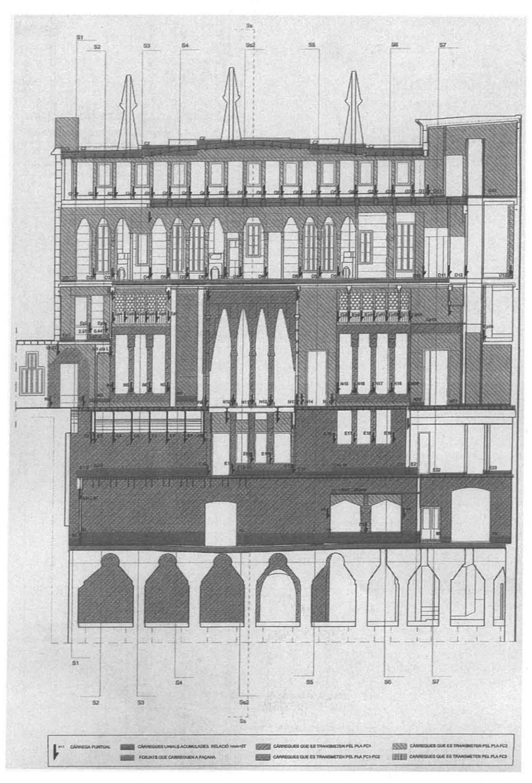


Figura 3
Plano de carga correspondiente a la cara interior de la fachada de la figura 1.

que sea necesita unos 40 de ancho y ¿el muro de fachada? El robusto «muro» de sillares tiene un espesor de 10 cm (fig. 4). Obviamente, la celosía ha de asumir la carga que desciende por la cara interior de la fachada a la que se ha de añadir la de una jácena en celosía que sostiene parte del forjado del techo de la crujía adyacente. Hoy le llamaríamos un ¿muro mixto?

Si el lector se quiere distraer, compare los dos planos y busque las zonas en los que coinciden y en las que no. Podrá comprobar que bajo la zona anterior se sitúan tres (dos) columnas comunes al interior y al exterior que asumen la carga de fuera y de dentro mediante la losa de piedra que actúa de pavimento del pasadizo secreto y de dintel en los dos sentidos, el de izquierda-derecha usual y el de dentro-fuera.

Debajo de la zona de la izquierda podrá comprobar otra con seis aberturas con configuraciones diferentes según sea el plano el exterior y el interior. Si se observa desde fuera (fig. 5), se advierten que las aberturas están separadas por unos machones débiles para la carga que aparentemente debe asumir. La observación desde el interior no nos los permite ver ya que nos aparecen en primer término unos ventanales que los esconden. Es necesario entrar a un estrecho pasillo situado tras éstos para observar que la parte interior de los machones anteriores está resuelta de una manera insólita: unos elementos de fundición de sección ondulante y de alturas variables (fig. 6), El análisis del conjunto de elementos junto con los espacios que delimitan permite adivinar las razones de Gaudí para llegar a soluciones tan sorprendentes. La planta (fig. 7) nos indica que el local adjunto tiene un papel importante en el recorrido de acceso principal lo cual parece aconsejar que esté dotado de luz natu-

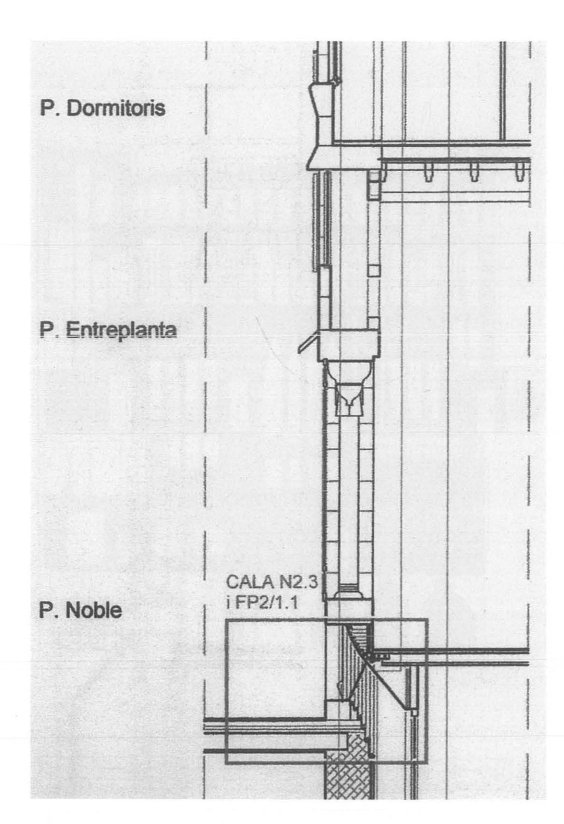


Figura 4
Sección de la fachada por el pasillo secreto



Figura 5
Cara exterior de los tragaluces con pequeños machones de sillería

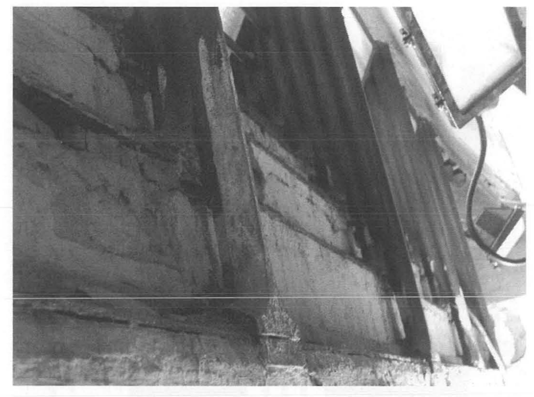


Figura 6
Cara interior de los tragaluces con las jambas ondulantes de fundición

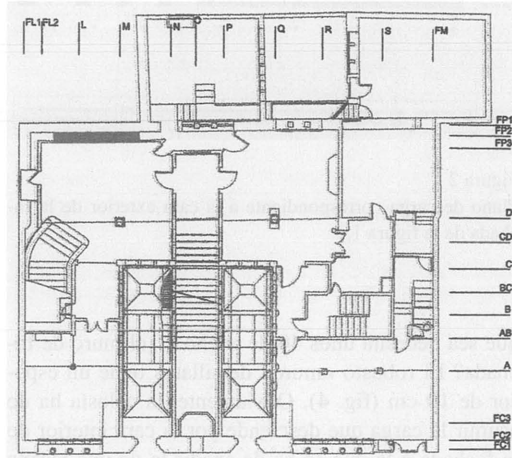


Figura 7
Planta del entresuelo

ral. Pero su cota de nivel está por debajo de la que Güell era propietario en la medianería interior (fig. 8). Gaudí lo resolvió mediante unos tragaluces que iluminaban los ventanales interiores. Con tal de aprovechar al máximo la abertura resolvió colocar esas piezas de fundición en el interior. Con tal de no cargarlos además con el peso del forjado decidió utilizar el plano de los ventanales para apoyarlo con lo que

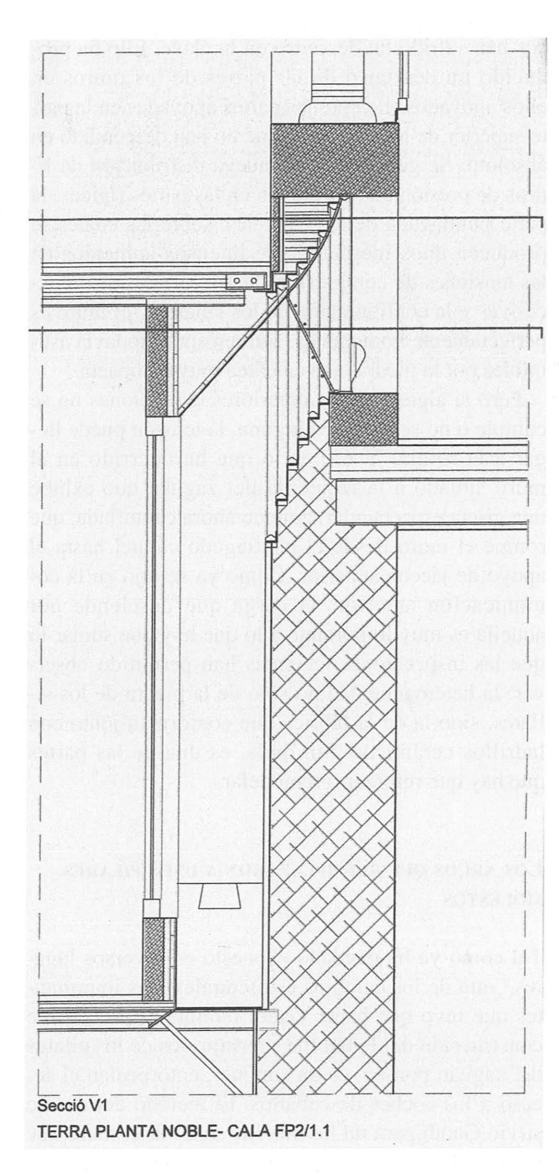


Figura 8
Sección vertical de los tragaluces

tuvo que situar un conjunto de tornapuntas para desviar las cargas hacia el muro principal. Como ya se ha dicho, de lejos parece una fachada de sillería pero en realidad es un muro «muy mixto».

UN ZAGUÁN «RACIONALISTA» PERO CON ARCOS PLANOS

El calificativo de racionalista aplicado a alguna obra o propuesta de Gaudí no es del todo extraño. En alguna ocasión se consideró que había precedido a Le Cobusier, cuando en realidad sólo había copiado de las fábricas catalanas de la época.[5] Otros autores, en un loable afán hagiográfico, calificaron de profundamente racional su sistema de trazar arcos.[6] Por eso, es de extrañar que nadie haya hecho referencia al carácter formalmente «racionalista» del conjunto de volúmenes que delimitan el zaguán de entrada al Palacio Güell. El alzado y la sección transversal (fig. 9) de los dos volúmenes laterales no hacen sino recordar un edifico como la Ville Savoie. Sin embargo, el procedimiento constructivo es diametralmente opuesto al que permitió esos volúmenes puros de los años 30. Gaudí no pudo disponer de hormigón armado en sus años mozos. ¿Cómo consiguió ese perfil tan puro? Pues con algo que abominaron todos los racionalistas, con arcos, planos, pero, arcos.

El método gaudiniano es bastante original y no ha sido destacado nunca antes. En general, los arcos planos requieren entregarse a unos salmeres hechos *ex profeso* que quedan encajados en un muro. En una columnata clásica con el intercolumnio superior a lo que un arquitrabe puede franquear, ya los más antiguos arquitectos clásicos lo habían substituido por un arco plano con un salmer doble encima del capitel. Los empujes quedaban equilibrados por otros peristilos perpendiculares. Los arquitectos del barroco habían armado con multitud de tirantes metálicos lo que parecían arcos planos que quedaban así tranquilamente equilibrados.

Gaudí parece aprender y sacar provecho de todos y desarrolla una solución diferente ya que su problema también es diferente: encima de sus arcos planos se han de apoyar muros de carga macizos que reciben cargas de todas las plantas superiores.

Con tal de ahorrar espacio en altura, diseña un original capitel de lejanas referencias egipcias o mesopotámicas que a la vez tiene el papel del doble salmer. El procedimiento de equilibrio se basa en el uso de un tirante de hierro anclado en un pilar lejano y empotrado en el pavimento del forjado que se apoya en el arco, descubierto en la reciente campaña (fig.10).

Si quisiéremos seguir a la pléyade de autores hagiográficos de Gaudí, acabaríamos aquí esta descrip-



Figura 9
Alzado y sección de uno de los volúmenes del zaguán

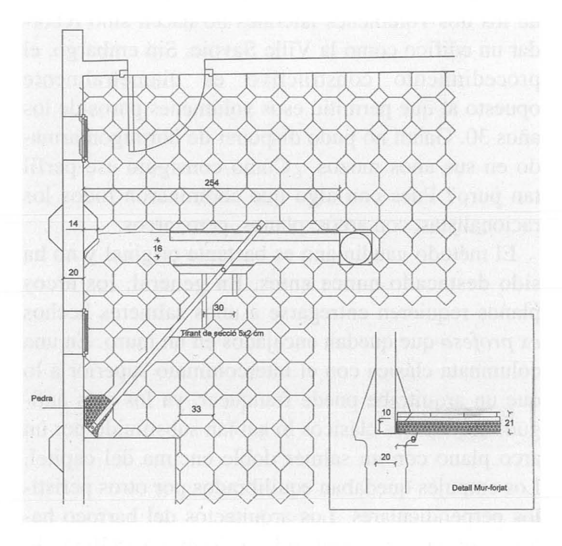


Figura 10
Planta del entresuelo en la que se encuentra embebido en el pavimento el tirante que arriostra el doble salmer-capitel

ción, enfatizando el ingenio y poder de anticipación del maestro. Pero los que han leído nuestros escritos, especialmente el último, saben que no ese nuestro talante. Por ello, añadimos que el sistema gaudiniano anterior hubiera sido totalmente válido si no hubiera sido porque es el causante de unas de las patologías más notables del edificio que, sin duda, Gaudí debía haber previsto.

La observación detallada de los arcos planos, y los paramentos sobre ellos situados, permite advertir que, como era fácil de prever, los tirantes no han podido inmovilizar totalmente los salmeres, por lo que los arcos han sufrido un descenso en la clave. Ello ha producido un descenso de las partes de los muros en ellos apoyados, excepto las partes apoyadas en la parte superior de los capiteles, que no han descendido en absoluto. Se genera así una nueva distribución de líneas de presión que confluyen en las partes rígidas, la parte puntiaguda de los capiteles, sobre las cuales se producen unos inesperados e intensos aumentos de las tensiones de compresión. Si las cargas no son excesivas y la configuración de los sillares y el muro es perfectamente homogénea, son tensiones todavía asumibles por la piedra, una calcárea muy compacta.

Pero si alguna de las anteriores condiciones no se cumple o no se cumple ninguna, la tensión puede llegar a la rotura. Y eso es lo que ha ocurrido en el muro situado a la izquierda del zaguán que exhibe una grieta espectacular, aunque ahora camuflada, que rompe el muro desde el puntiagudo capitel hasta el apoyo de jácena superior. Como ya se dijo en la comunicación anterior[7] la carga que desciende por aquella es muy importante a lo que hay que sumar lo que las inspecciones recientes han permitido observar: la heterogeneidad no sólo de la piedra de los sillares, sino la de la fábrica que conforman junto con ladrillos cerámicos. Sin duda, es una de las partes que hay que reforzar o remodelar.

LOS ARCOS QUE REEMPLAZARON A UNOS PILARES MOLESTOS

Tal como ya ha quedado expuesto en diversos lugares,[8] uno de los cambios estructurales más importantes que tuvo que hacer Gaudí durante el proceso de construcción del Palau fue suprimir dos de los pilares del zaguán porque, es un suponer, entorpecían el acceso a los coches de caballos. El método del que se sirvió Gaudí para tal hazaña fue sustituir el muro que se apoyaba en el pilar, presumiblemente igual que los descritos en el apartado anterior, por un arco de gran canto y de perfil totalmente original apoyado en los dos pilares que también se desplazaron con tal de reducir su luz.

Pues bien, una de las incógnitas que, en parte, se han podido desvelar con nuestro trabajo es el método de equilibrio de los nuevos arcos. Dada la simetría, estudiaremos uno sólo de ellos.

Conocidas las cargas que actúan sobre el arco gracias a los estudios de la última campaña, es fácil, me-

diante un sencillo cálculo gráfico, determinar el empuje horizontal resultante: 11,25 Tm. Una cuestión clave en la comprensión del edificio es determinar cual es el método que consigue equilibrarlo. Una de las hipótesis, la más usual en edificios con arcos o bóvedas en plantas bajas, es la que asigna este efecto equilibrante a la carga que desciende de las plantas superiores por los elementos de fachada. En nuestro caso, el cálculo también ha permitido conocer esa cantidad: 80 Tm.

Pero, ¡sorpresa! no consigue que la resultante caiga dentro de la base del edificio, con lo que el equilibrio es precario o imposible (fig. 11). Es a partir de esa constatación cuando tiene sentido un conjunto de grietas algunas conocidas y otras desveladas con la citada campaña, así como los movimientos de las piezas del arco.

Todo ello ha llevado a investigar a fondo un elemento del que ya se tenían noticias desde siempre pero que nunca había sido objeto de atención: una barra cuadrada (10 cm x 10 cm) de hierro que se encuentra en la base del arco. Es un elemento que puede actuar como tirante interior, pero siempre que esté anclado en sus extremos. Para averiguar este detalle, dado que es materialmente imposible llegar al interior del almohadón del arco, se han hecho varias gammagrafías y radiografías y todas apuntan en la misma dirección: el tirante no dispone de ningún elemento en relieve que facilite su anclaje. En consecuencia, la única explicación posible es que el equilibrio se basa en el rozamiento del tirante y las piedras que lo comprimen.

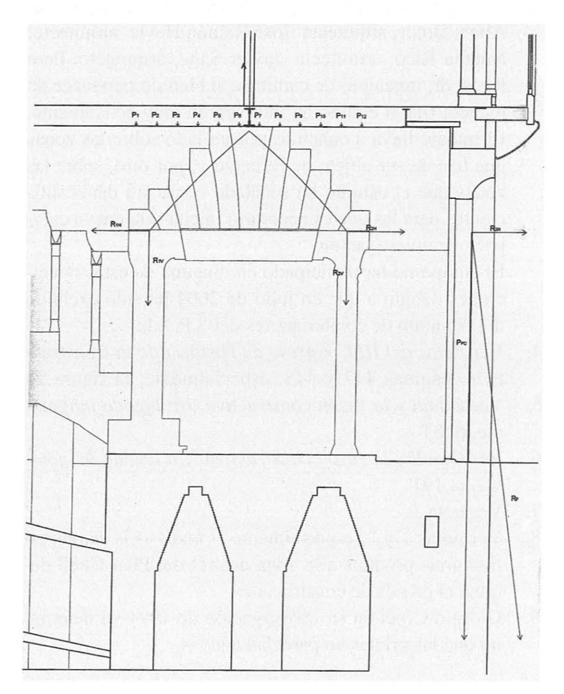


Figura 11
Estática gráfica del conjunto del arco (sustituto a unos de los pilares del zaguán) y la fachada principal

Con todo ello se consigue conjeturar una nueva hipótesis (la mejor, mientras otros estudios no la superen) para explicar el conjunto de grietas: el edificio ha sufrido un proceso de deformación debido al resbalamiento del tirante sobre sus elementos de contacto que se detiene[9] hasta que se producen ajustes entre todas las partes y un acomodo del tirante que después de resbalar sí ofrece rozamiento suficiente para equilibrar el empuje del arco. Sin duda, uno de los talones de Aquiles más importante del edificio.

Y hasta aquí puede llegar esta explicación de los secretos constructivos de este histórico y singular y, en parte preocupante, edificio. Desearíamos tener otra oportunidad, mucho más extensa, para poder expresar todo lo hemos podido averiguar de él. No seamos pesimistas y confiemos que algún día llegará.

Mientras tanto, creemos que los casos explicados vuelven a conseguir algo que a algunos les parece imposible: incrementar el conocimiento de cuáles fueron los métodos constructivos con los que Gaudí materializó su extraordinaria obra arquitectónica. Para acabar, una buena manera de sintetizar nuestro trabajo y la opinión que nos merece el edificio se contiene en el resumen final con el que hemos finalizado el documento entregado al SPAL.

El Palau Güell es la primera obra importante de un joven y extraordinariamente creativo Antoni Gaudí que proyecta y realiza para uno de los personajes con más relevancia del momento y, por lo que se puede fácilmente deducir, sin limitación de presupuesto. La combinación de todos estos factores lleva a uno de los edificios, si no de los más grandes, sí uno de los que tienen más gran densidad de complejidad material-constructivo-estructural, sin exagerar nada, del mundo entero.
De manera simplificada, esta complejidad se debe a los siguientes factores:

- en muy pocas zonas se repiten las soluciones constructivas; cada pilar es diferente, cada pared es diferente de las demás; las soluciones de fachada no solamente son diferentes de piso a piso sino que en cada planta se pueden encontrar 5, 6 o 7 soluciones diferentes, etc., etc., etc.; son necesarias muchas catas y levantamientos para tener una idea acertada de todas las soluciones empleadas.
- no solo hay muchos tipos de soluciones sino que hay una proporción altísima de soluciones que no responden a la manera usual de la época y que se hicieron en muchas ocasiones en contra de la lógica del comportamiento estructural del edificio, como la parte superior de la pared que separa el salón de los pasos perdidos del salón central; otras, si bien no van contra esta lógica, al ser extrañas, como no se construyeron perfectas han tenido comportamientos irregulares.
- muchos de los elementos no estructurales, especialmente los aplacados de piedra, están fijados a paredes, muros y bóvedas de manera poco usual con materiales de agarre poco durables.
- durante la ejecución de la obra, Eusebi Güell le pidió a Antoni Gaudí introducir variaciones en algunas de las distribuciones del edificio que el arquitecto pudo resolver a veces con una nueva solución sencilla pero casi siempre las soluciones eran todavía más complicadas de las que debían substituir; un caso bien representativo son los dos arcos del vestíbulo que han producido grietas en el suelo del salón de los pasos perdidos.
- en el Palau, como en cualquier edificio, el paso del tiempo actúa disminuyendo la resistencia de los materiales y la rigidez de los elementos estructurales; en los casos de edificios comunes, estos efectos son fácilmente detectables; por contra, en el Palau Güell su extraordinaria complejidad y la falta de referencias constructivas usuales hace muy difícil su localización, su análisis y, en consecuencia, su prevención.

Notas

1. González J. L., 2000. La organización constructiva del descenso de cargas del Palau Güell de Barcelona obra de Antoni Gaudí en *Actas del III Congreso de Historia de la Construcción*, Sevilla.
   González J.L. y A. Casals. 2003. Gaudis' approach to building en *Proceedings of the First International Congress on Construction History*. Madrid.
2. González, J. L., 2002. Els canvis estructurals produïts a la zona central del Plau Güell durante el procés de construcció en Lacuesta, Galí, *La Vida a Palau. Eusebi Güell. Antoni Gaudí. Dos homes i un projecte*. Barcelona.
   González J. L. y A. Casals. 2002a. Espacio y estructura en la arquitectura de Gaudí en *revista OP*,
   — 2002b, *Gaudí y la razón constructiva. Un legado inagotable*, Madrid, Akal.
3. *Estudi de sistematització de les esquerdes i altres senyals de danys al Palau Güell de Barcelona. Proposta definitiva de correcció de danys. Barcelona. Març de 2004.* El encargo y la financiación han corrido a cargo del S.P.A.L. de la Diputación de Barcelona. Lo ha desarrollado el equipo de la U.P.C dirigido por Albert Casals Balagué, dr. arquitecto junto con J. L. González, dr. arquitecto, y formado por Belén Onecha, arquitecta, Alicia Dotor, arquitecta, José Ramón Hevia, arquitecto, Natalia Rico, arquitecta, Javier Sanz, arquitecto. Pere Roca, dr. ingeniero de caminos, si bien no pertenece de manera fija al equipo ha intervenido muy activamente. El trabajo lleva a concluir, por un lado sobre las zonas que han de ser objeto de refuerzo y, por otro, sobre las zonas que el estudio ha señalado como sin datos suficientes para las que es necesario iniciar una nueva campaña de investigación.
   El equipo no ha participado en ninguna de estas operaciones debido a que en julio de 2004 ha sido excluido del conjunto de colaboradores del S.P.A.L.
4. Ver *Actas del III Congreso de Historia de la Construcción*, páginas 447 y 448, especialmente, la figura 24
5. Ver *Gaudí y la razón constructiva. Un legado inagotable*, p. 63
6. Ver *Gaudí y la razón constructiva. Un legado inagotable*, p. 191
7. Ver nota 3
8. Ver notas 1 y 2, especialmente el texto «Els canvis estructurals produïts a la zona central del Plau Güell durante el procés de construcció».
9. Giorgio Croci en su investigación de 1994 ya determinó que las grietas no parecían activas.

Cimbrado y descimbrado de puentes en el s. XVIII: Perronet

Esperanza González Redondo
Ricardo Aroca Hernández-Ros

En la construcción de puentes en Francia en el s. XVIII, en aquellos que precisaban de la construcción de grandes bóvedas, era necesario tener gran experiencia y esmero en la elección de los materiales, en la exactitud del aparejo y en el cuidado con el que se tallaban y colocaban las dovelas, pero el verdadero éxito de la construcción resultante estribaba en la forma de cimbrarlos y descimbrarlos evitando así las deformaciones excesivas o incluso el colapso. En este trabajo se hace un estudio sobre las distintas soluciones utilizadas por Perronet en la construcción de numerosos puentes en Francia en el s. XVIII.

Este trabajo se compone de tres apartados esenciales: 1) el cimbrado de los puentes, 2) los movimientos de las bóvedas durante su construcción y los asientos resultantes, y 3) el descimbrado. En el primero, se explica la construcción de las cimbras de madera. a) la disposición de los elementos de las armaduras, b) las piezas principales y sus dimensiones, c) el ensamblaje de las piezas y d) la formación de las armaduras; en el segundo los movimientos que sufren las cimbras a medida que se van cargando con las distintas dovelas observando que bajan en la zona de los apoyos y tienden al mismo tiempo a subir en la zona de la clave y la forma de controlar estos movimientos para que no se abran excesivamente las juntas; y en el tercero, el descimbrado de las bóvedas una vez cerrados los arcos y cuando el mortero ha adquirido la consistencia suficiente, en el que se expone el orden seguido en la retirada de los calzos y los forros y siempre de forma simétrica a ambos lados de la bóveda y una vez que las bóvedas quedan libres, se retiran o se hacen caer las cimbras para finalizar la fase de descimbrado.

Perronet no sólo ha construido numerosos puentes con grandes bóvedas, sino que ha escrito varias memorias en las que se describe su trazado, construcción, y retirada una vez colocadas las claves. Este trabajo pretende acercarnos a una de estas memorias «Sur le cintrement et le décintrement des ponts» (*Mém. Par.* 1773).

PERRONET: SUS APORTACIONES A LA INGENIERÍA ESTRUCTURAL

El trabajo de Perronet (1708–1794), el gran ingeniero del siglo de las luces, es parte del desarrollo general de la ingeniería de las estructuras francesa del s. XVIII. Su obra es de gran envergadura y estriba principalmente en las carreteras, los puentes y los canales. En su afán por construir puentes de mayor solidez, intentó disminuir la resistencia al flujo del agua reduciendo el espesor de las pilas y aumentando la separación de los arcos: mientras que lo habitualmente recomendado era que el espesor de las pilas fuera un quinto de la separación del arco, los apoyos del puente de Neuilly eran sólo la décima parte de esta separación. También es igualmente sorprendente lo rebajado así como la ligereza de estos arcos. Criticado por sus atrevidas creaciones, Perronet contestó a sus detractores comparando el soporte de los puentes modernos con los pilares de las iglesias góticas.

Según él, la transferencia del empuje horizontal a los pilares explicaba la ligereza de los soportes verticales en estos dos tipos de construcciones.

Su fama se basa esencialmente en los trabajos de estructuras en la construcción. De los trece grandes puentes del s. XVIII: Orleans (1750–1760, comenzado por Huppeau); Mantes (1757–1765); Trilport (1758–1764); Saint-Edme, en Nogent (1766–1769); Les Fontaines (1770–1771); Biais-Bicheret (1775); Neuilly (1768–1774); Chateau-Thierry (1765–1786); Pont-Sainte-Maxence (1774–1785); Brunoy (1784–1787); Rosoy (1786–1787); La Concorde, en Paris (1786–1791); Nemours (1776–1805), ha proyectado y construido once, ha terminado uno (Orleans) y comenzado el último (Nemours, terminado en 1805). Los tres principales son Neuilly, Pont-Sainte-Maxence y su obra maestra el puente Luis XVI (actualmente Puente de la Concordia, en París), en los que ha revolucionado las reglas de construcción usadas hasta entonces.

Perronet también escribe numerosas memorias teóricas, entre sus publicaciones cabe destacar: «Mémoire sur l'éboulement que arrive quelque fois à de portions de montagnes et d'autres terraines élévés, etc.» (*Mém. Par.*, 1769); «Sur le cintrement et le décintrement des ponts» (*Mém. Par.* 1773), «Mémoire sur les moyens de conduire à Paris une partie de l'eau des riviéres de l'Ivette et de la Bièvre» (París 1776), «Sur la réduction de l'épaiseur des piles et sur la courbure qu'il convient de donner aux voûtes, pour que l'eau puisse passer plus librement sous les ponts» (*Mém. Par.*, 1777); «Description des projects et de la construction de divers ponts, canaux, etc.» (París, 1789–93); «Mémoire sur une nouvelle manière d'appliquer les chevaux au mouvement des machines en y employant de plus leur poids et celui du celui du conducteur» (París, 1793 y 1834), y «Mémoire sur les moyens de construire de grandes arches en pierre» (París, 1793).

Perronet muere en París a los 85 años de edad. Arquitecto, ingeniero, inventor y administrador de talento, ha renovado el arte de construir los puentes del s. XVIII y ha creado y dirigido durante cuarenta y siete años la Escuela de Ponts y Chaussées.

LAS CIMBRAS DE MADERA: ELEMENTOS CONSTITUYENTES

Para construir los puentes de piedra es necesario, en general, emplear una estructura de madera, denominada cimbra, que sea suficientemente fuerte para sostener las bóvedas hasta que se colocan las claves y las bóvedas son estables por sí mismas. Esta estructura se compone de unos elementos ensamblados colocados verticalmente, llamados cerchas o armaduras, que suelen espaciarse de 6 a 7 pies unos de otros, y de unas piezas horizontales llamadas forros, que soportan las hiladas de dovelas de una armadura a otra. Se colocan unas cuñas o calzos fuertes bajo los forros y otros menores para acabar de situar cada hilada de dovelas a la altura que exija la curva de la bóveda; las armaduras se atan a continuación con riostras y largueros colocados horizontalmente y sostenidas por codales a ambos lados para evitar su inclinación.

Estas armaduras que componen las cimbras, se fabrican generalmente con unas piezas horizontales llamadas tirantes, con pares, pendolones, riostras colgantes y parecillos, todas machihembradas y empernadas. Cuando las armaduras no se apoyan más que en los estribos y en las pilas de los puentes, se las denomina armaduras recogidas; cada punto de apoyo puede tener así una sola pieza de madera, llamada montante, en lugar de estarlo sobre varias filas de pies derechos, como era la costumbre. Perronet escribe cómo construir las cimbras para bóvedas de 60, 90 y 120 pies de luz. En la construcción de las cimbras del arco central del puente de Cravant de 60 pies de luz y 20 de flecha de la clave a los arranques, que se muestra en la figura 1, se procedió como sigue:

> Se ha cimbrado, siguiendo mis dibujos, con cinco armaduras recogidas separadas 5 pies y medio una de otra; cada armadura compuesta de tres hileras de pares, la primera y la tercera de cinco piezas y la de en medio de cuatro. Estas hileras de pares estaban colocadas una encima de la otra, unidas en triángulo y sujetas con riostras, como he explicado anteriormente: cada par tenía de 15 a 16 pies de largo y de 8 a 9 pulgadas de grosor; las riostras eran todas del mismo grosor y de 7 a 7 pies y medio de largo. El grosor de cada tablón de los forros era de 4 a 5 pulgadas: la piedra empleada en este puente pesa 176 libras el pie cúbico y el espesor de la bóveda es de 4 pies en la clave. Se constató que las maderas eran endebles y se aconseja dar, para una bóveda de este tamaño, al menos 10 pulgadas de grosor a los pares y riostras, o aproximar las armaduras a cuatro pies.

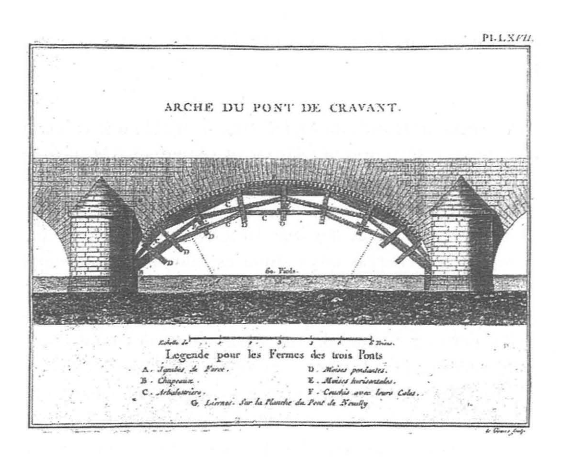


Figura 1
Arco central del puente de Cravant. Leyenda para las armaduras de los tres arcos. A. Montante, B. Viga horizontal, C. Pares, D. Riostras verticales, E. Riostras horizontales, F. Forros con sus calzos, G. Larguerost

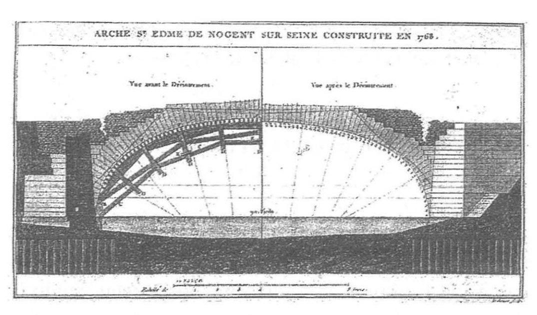


Figura 2
Arco de Saint-Edme construido en Nogent-sur-Seine de 90 pies de luz. Se cimbró con cinco armaduras libres. Vista antes del descimbrado con la leyenda para las armaduras: A. Montante, B. Viga horizontal, C. Pares, D. Riostras verticales, E. Riostras horizontales y F. Forros con sus calzos; y después del descimbrado con la numeración de las distintas hiladas de dovelas desde la primera en el arranque hasta la 47 en la clave

En la construcción de las cimbras del puente de Saint-Edme en Nogent-sur-Seine de 90 pies de luz y 26 de flecha de la clave a los arranques, que se muestra en la figura 2, escribe:

> Se cimbró con cinco armaduras recogidas, separadas 7 pies una de otra, compuesta cada una de ellas por tres hileras de pares, como en el puente precedente: la primera y la tercera hilera se componían de cinco piezas y la de en medio de cuatro, cada una de 18 a 22 pies de largo y de 14 a 16 pulgadas de grueso; las riostras tenían el mismo grosor que los pares y de 7 a 8 pies de largo; cada tablón de los forros tenía de 6 a 7 pulgadas de grueso. Estas cimbras eran muy resistentes: creo que habría bastado darles de 12 a 15 pulgadas de grosor a los pares, como proponía mi presupuesto, en lugar de las 14 a 16 que el contratista les ha dado, para emplear las maderas como se encuentran en los bosques. La arenisca con la que se ha construido ese puente pesa 180 libras el pie cúbico y el espesor de la bóveda en la clave es de 4 pies y 6 pulgadas.

En la construcción de los cinco arcos del puente de Neuilly de 120 pies de luz, 30 de flecha y 45 de ancho que se muestra en la figura 3, Perronet escribe:

> Se cimbró con ocho armaduras recogidas separadas 6 pies. Cada armadura estaba compuesta por cuatro hileras de pares, atados triangularmente como los de los dos arcos precedentes; la de abajo se componía de ocho piezas, la segunda y la cuarta de siete y la tercera de seis, todos de 19 a 23 pies de largo y de 14 a 17 pulgadas de grueso; las riostras colgantes, en total trece, tenían de 9 a 10 pies de largo y de 14 a 15 pulgadas de grueso cada pieza. El conjunto estaba atado con cinco riostras horizontales de 9 a 15 pulgadas de grueso y ocho largueros también de 9 pulgadas. Los forros tenían de 7 a 8 pulgadas de grosor; los calzos de debajo y de encima de estos forros tenían, unos de 6 a 7 pulgadas y los otros, que son los del asentador, alrededor de 2 pulgadas de altura, de forma que el intervalo entre la parte superior de las armaduras y las

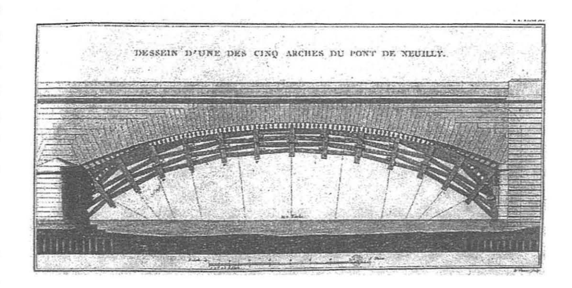


Figura 3
Trazado de uno de los cinco arcos del puente de Neuilly de 120 pies de luz. Leyenda: C. Pares, D. Riostras verticales, E. Riostras horizontales, F. Forros con sus calzos inferiores y superiores y G. Largueros

bóvedas era de 17 a 18 pulgadas, siendo necesario darle al menos el doble de la altura de los forros.

TRAZADO Y POSICIÓN DE LOS ELEMENTOS DE UNA ARMADURA

Para resistir esfuerzos, las piezas de madera pueden trabajar de dos formas distintas: 1) si la carga se aplica en los extremos, con las fibras dispuestas según la dirección de la fuerza, en esta posición las piezas tienen la máxima resistencia, o 2) si tienen las fibras oblicuas a la dirección de este empuje, las piezas oponen una fuerza menor, cuyo valor es al anterior como el coseno del ángulo que forma la dirección del empuje con la de las fibras de la madera es al seno total; de manera que cuando las piezas son horizontales la fuerza es nula. Según este principio, las piezas principales de las cimbras deberían colocarse siguiendo la dirección del radio de las bóvedas que han de sujetar.

Trazado de la armadura

Para construir una armadura, es necesario hacer un trazado minucioso de la solución adoptada. Perronet explica en sus memorias cómo debe realizarse éste y lo refleja en una de sus láminas que reproducimos más adelante en la figura 4:

> Si por el centro de gravedad *F* de una sección de bóveda tal como la *BCDE* (figura 4, fig. 1) hacemos pasar una línea vertical *GI* que corta en *I* a la perpendicular *HI* levantada sobre el punto *H*, se traza el arco *YZ*, determinado por los centros de gravedad de todas las dovelas que forman la bóveda, supuestas infinitamente delgadas; cerraremos a continuación el paralelogramo *NLIS*, en el que el lado *IM* tiene centro en *A*, y el punto *N* está situado sobre la vertical *IG*; la diagonal *IN* expresará el peso de la porción de bóveda *BCDE*; el lado *IL*, el esfuerzo que realiza sobre las dovelas inferiores *BCTV*; e *IS* la parte que transmite la carga a la cimbra según la dirección del radio *AI*. Sucederá de la misma manera en las restantes zonas de la bóveda.

Disposición de las piezas y dimensiones

Según Perronet la disposición que considera más adecuada para las piezas principales de las armaduras es la que se apoyan en los estribos y las pilas y escribe

> La sección de bóveda *BCDE* (fig. 4, fig. 1) que carga la cimbra, está representada por el segmento *AM*, que se puede descomponer en dos, un empuje horizontal *MP*, y otro vertical *MO*; cada una de estas líneas expresa el valor de la fuerza que hay que dar a la pieza de madera que representa fuerzas cuya suma es mayor que la inicial (*AM*). La pieza *MP* y otras similares, al prolongarlas, encuentran puntos de apoyo en el lado opuesto de la bóveda, pero en el caso de las piezas verticales tales como *MO* habría que crearlos; esto sólo puede hacerse con muros o pilotes, que obstaculizarían el paso del agua y difícilmente llegarían a ser lo suficientemente sólidos en el caso de los arcos grandes. Estos inconvenientes suelen obligar a apuntalar las piezas inferiores contra los estribos o las pilas, según representa la línea *MT*. Para recibirlos se acostumbra a dejar piedras salientes o ménsulas cerca del arranque de los arcos; las armaduras y cimbras en las que los jabalcones o piezas inferiores están dispuestas de esta manera reciben el nombre de recogidas.

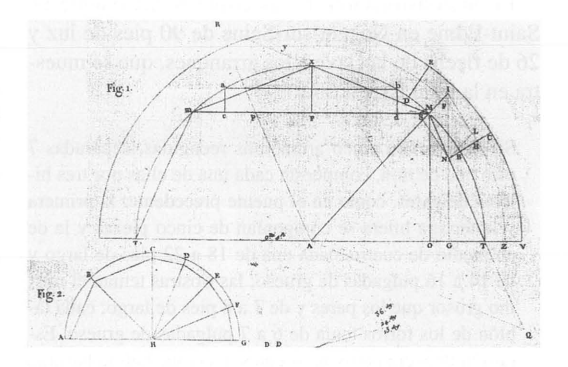


Figura 4
Trazado de una cimbra, fig. 1 y fig. 2

La construcción de ese tipo de armaduras, las recogidas, es más cómodo y la mayoría de las veces menos costoso que las que sitúan el punto de apoyo en zonas distintas a estribos y pilas, sin embargo su construcción requiere más pericia. Perronet se refiere a ellas en su memoria y no hace referencia a los otros tipos salvo para compararlos con éstas.

> Las piezas horizontales *mPM*, que en las armaduras reciben el nombre de tirantes, se suelen situar a la altura de

45 grados para asegurar la bóveda en este punto, que es el que consideramos más débil; pero puesto que es preciso duplicar estos elementos para sujetar las dovelas del arco superior en *xM*, tal es el caso de las piezas *ab*, y sujetarlas por medio de otros elementos *am* y *bM* en *ac* y *bd*, que consumirían mucha madera, resulta preferible, y así lo he hecho en la práctica, colocar sólo un tirante, que se podrá reforzar si se considera necesario con una o dos piezas semejantes situadas inmediatamente por debajo, el resto de las dovelas se sujetarán con unas piezas denominadas pares, como las *mX* y *MX*, que se ensamblan en un pendolón *PX* (figura 4, fig.1), y soportan el peso de los camones *C* encargados de recibir los largueros de madera *D* y las dovelas *E*. Si se duplican en cada lado los jabalcones *MT*, y los pares *MX*, y se añaden los pilarejos *A* y los cepos *B*, todo ello ensamblado, enclavijado y asegurado con pernos, como se acostumbra hacer para unir y sujetar las piezas entre sí, obtendremos una armadura de cimbra recogida.

Perronet explica las ventajas de este tipo de construcciones como sigue:

> La fuerza de las piezas *TM* y *MX* (fig. 4, fig. 1), representada por el segmento *MA*, que hace falta para soportar la sección de bóveda *BCDE*, se obtiene prolongando los lados hasta *MQ* y *MR*, con lo que se cierra el paralelogramo de fuerzas *RQ*; la fuerza de las piezas *TM* y *MP*, necesaria para soportar el peso anterior, quedará representada por los segmentos homónimos, que son menores que los anteriores: con esta última disposición se pierde por tanto parte de la fuerza de los maderos, pero queda compensada con la ventaja que supone aproximar las piezas de la bóveda, como pasamos a explicar. En primer lugar, se utilizan menos maderos largos que cuando los puntos de apoyo están alejados de la circunferencia, puesto que en este último caso habría que prolongar las piezas, o bien añadir otras nuevas hasta estos puntos; y ello no eximiría a otros elementos de tener que estar inscritos en la circunferencia que hay que sujetar; y como se verá a continuación, el ahorro podría llevar incluso a suprimir los tirantes, puesto que se hallan aún más alejados de las bóvedas.

Para armaduras de arcos de grandes dimensiones, de más de 3 ó 4 toesas de luz, es necesario multiplicar el número de filas de piezas principales y adoptar una disposición triangular, que es la más estable cuando se cargan las cimbras asimétricamente, según se ve en la figura 6, fig. 5, para que se apuntalen mutuamente y sujeten en el centro a aquéllas que están cargadas perpendicularmente a sus fibras. La posición más favorable para las piezas encargadas de unir y sujetar las anteriores consiste en orientarlas hacia el centro de los arcos, de modo que, en la medida de lo posible, sean perpendiculares a las piezas principales.

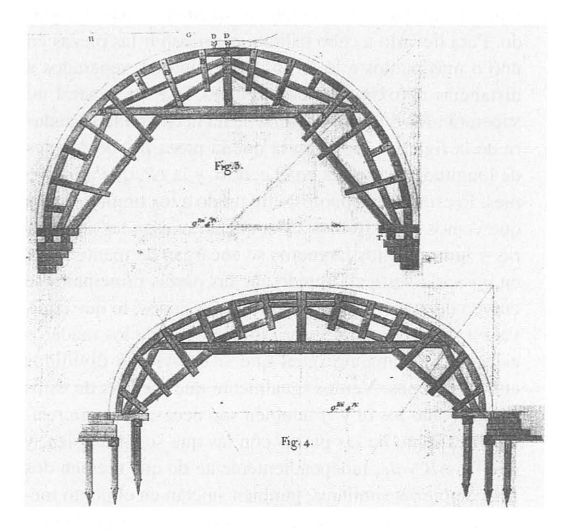


Figura 5
Armadura utilizada en la construcción del puente de Cher, fig 3 y armadura del puente de l'Assise cerca de Tours, fig. 4

Las piezas de madera que denominamos camones forman entre sí ángulos menores cuanto mayor es su longitud: cuanto más se aproximen a la dirección del peso que actúa sobre su junta hacia el centro de la bóveda, serán más resistentes. Según esto (fig. 4, fig. 2) los camones *AB* y *BC*, correspondientes a ángulos de 45 grados, resistirán una carga aplicada en su encuentro *B*, según la dirección *BH*, mejor que las *CD*, *DE*, *EF* y *FG*, correspondientes a cuerdas de arcos de tan sólo 22 grados y 30 minutos, supuestas con la misma carga y también dirigida hacia el centro *H*, y haciendo abstracción del grueso de las piezas. Se procederá de la misma manera con el resto de los elementos principales de las armaduras que se han propuesto anteriormente, disponiendo cada una de las filas paralelas a las cuerdas, y formando triángulos entre sí; lo que obliga a que tengan la mayor longitud posible, igual que en el caso de los camones.

Los elementos más largos ofrecen las ventajas que se han comentado, pero también tienen menor resistencia. En la figura 6 explica la disposición de estos elementos como sigue:

> En el caso de que las armaduras propuestas requieran utilizar maderos largos, bastará con corregir el último movimiento al que están sometidas, quedando todo arreglado. Para llevarlo a cabo habrá que arriostrar las piezas en uno o más puntos a lo largo de su longitud, separados a distancias aproximadamente iguales, que en general no superarán los 6 u 8 pies, como se ha hecho en la armadura de la figura 6, fig.5, en la que la pieza *Be*, de 14 pies de longitud, está sujeta en el centro, y la *eP*, que mide 26 pies, lo está en tres puntos; ello unido a los tirantes de los que vemos los extremos *I* y *z*, que atraviesan las armaduras y junto con los largueros se encargan de mantenerlas en posición vertical, impide que las piezas principales se curven de manera apreciable entre los cepos; lo que equivale a suponer que la fuerza longitudinal de los maderos es aproximadamente igual que si estuviesen divididos entre los cepos. Vemos igualmente que algunas de estos cepos, como los *ot* y *rf* también son necesarios para recibir el extremo de las piezas con las que se ensamblan, y que las *AB* y *de*, independientemente de que reciben dos filas de piezas similares, también sujetan en el punto medio las piezas *hc* y *cf*; en esta cimbra tan sólo quedan los cepos laterales *St* y *VX*, que no tienen otra función más que la comentada en este punto.

El grueso de las piezas, o la relación existente entre los lados de su sección, puesto que el grueso efectivo depende de la luz de los arcos, según Parent es aquélla en la que el cuadrado de uno de los lados es el doble del otro; lo que equivale aproximadamente a una relación de 7 a 5. Las piezas que resultan son fáciles de arriostrar, ya que han de poder colocarse tanto de canto como de plano; Se deben utilizar los mismos gruesos y proporciones en todos los elementos principales, incluso en los camones: su recrecido se puede ajustar con unas piezas colocadas en la parte superior, que los carpinteros denominan cuernos de vaca y se realizará según se describe al hablar del ensamblaje de las armaduras. En cualquier caso, es conveniente aumentar en la parte inferior el grueso de los jabalcones y piezas que sostienen las cimbras. Los cepos deben ser cuadrados; el grueso de los que han de recibir los extremos de las piezas principales será igual que el lado menor de éstas; a los intermedios basta darles tres cuartos de esta dimensión.

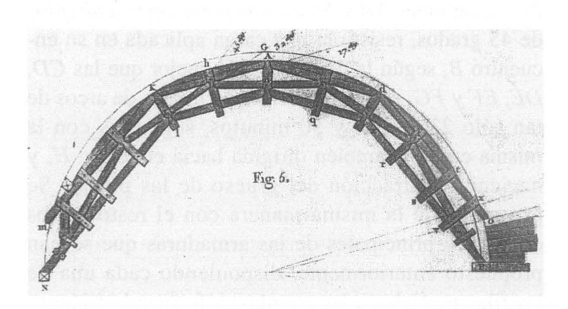


Figura 6
Construcción de las triangulaciones, fig 5

Las bóvedas construidas exclusivamente con sillares, se sujetan mediante largueros situados en el centro de cada hilada de dovelas; aunque conviene que las piezas sean más altas que anchas, puesto que su resistencia se obtiene como producto del cuadrado de la altura por el ancho, es preferible que los largueros sean cuadrados porque al tener más base se mueven menos cuando se calzan y se apoyan las dovelas.

Para terminar de construir las armaduras, se colocan los tirantes, cuya función es unir y sujetar las armaduras entre sí en posición vertical. En esta situación las piezas han de resistir compresiones y tracciones de sus fibras, que siguen la dirección del empuje; bastará con dar a los tirantes el mismo grosor que a los cepos cuadrados que acabamos de mencionar.

Ensamblaje de piezas

Las espigas y las muescas debilitan las maderas, por ello se deben suprimir ensamblando las piezas principales de las cerchas, denominadas pares, en varias hileras, uniendo unas a otras de tal forma que los extremos de una coincidan con el centro de los pares superiores, con los cuales formarán triángulos, que tendrán por base la longitud entera de un par y por lados dos medios pares de la fila superior. Las piezas principales deben estar arriostradas en el centro de su longitud así como en sus extremos y empernadas.

En general, los cajeados se realizarán en los cepos que sirven para atar las piezas principales; tendrán sección circular de radio igual a la longitud de los pares, para que puedan recibir los extremos de las piezas principales conservando todas ellas su grosor, y solamente se redondearán con el radio de las cajas,

como observamos en la fig. 7, fig. 6. Los camones, que interesa que tengan la mayor longitud posible, serán sin embargo más cortos en caso de que no se reemplace el grueso ordinario de los maderos con un recrecido o cuerno de vaca adicional, que se unirá a la pieza inferior con clavijas situadas en cada extremo, según se muestra, entre otras, en la fig. 8, figs. 11, 12 y 13. También se puede economizar, colocando dos cuernos de vaca uno sobre otro formando elementos largos con varios más cortos, con las juntas situadas sobre las riostras (fig. 7, fig. 6). Perronet en su memoria distingue tres tipos de riostras, y se refiere a ellas como sigue:

> En las armaduras se utilizarán tres tipos distintos de riostras: unas, las designadas por *AB*, *CD* y *EF* (fig. 7, fig. 6), reciben el extremo de los camones y se ensamblan según se ha visto; éstos recibirán igualmente, en la parte inferior y de la manera que se ha presentado como ejemplo, también en la fig. 6, el extremo de las piezas principales *HB*, *BD*, *DF* y *FG*, con la ensambladura circular comentada previamente; estas riostras se abrirán inmediatamente por encima de la unión, para permitir que los atraviesen las piezas *IK, KL y LM*; se mantendrán unidos colocando pernos de hierro en los extremos bien apretados con arandelas y pasadores. En las armaduras de arcos de luz igual o inferior a 3 toesas, se puede sustituir uno de los pendolones por riostras y ensamblar los camones del mismo modo; la única diferencia será el espesor (fig. 8, fig. 14).
>
> Las segundas riostras *K* y *L* se situarán transversalmente en el centro de los camones con los que se unen: recibirán inmediatamente por debajo de éstos el extremo de las piezas *IK*, *KL* y *LM*, con uniones de sección circular del tipo explicado anteriormente, y estarán abiertos por la parte inferior para permitir que los atraviesen las piezas *BD* y *DF*, que se sujetan sólo en los extremos; por encima se dejará cierta holgura para permitir el asiento debido a la compresión de las fibras; y finalmente, se calzarán si se considera necesario. Las riostras se atornillarán en la parte superior sobre los camones; en la inferior, se

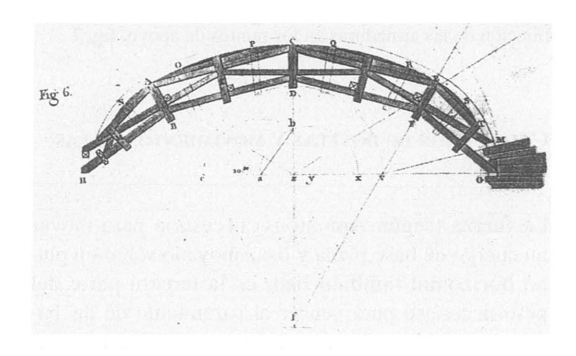


Figura 7
Tipos de riostras, fig. 6

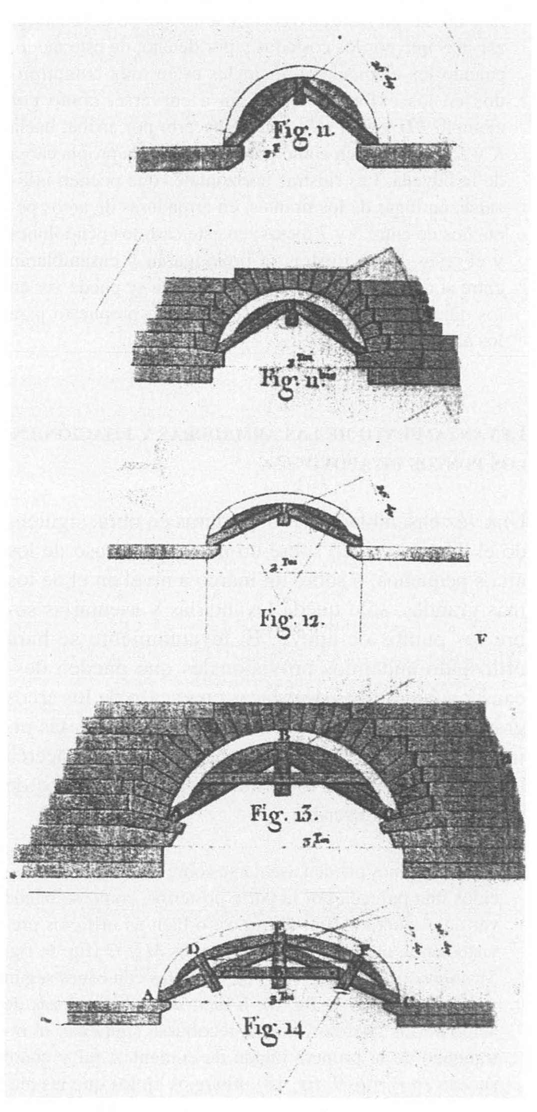


Figura 8
Ensamblaje de las piezas: fig 11, 11 bis, fig. 12, fig. 13 y fig. 14

sujetarán inmediatamente por debajo de las piezas que los atraviesan perpendicularmente, y no sobre ellas, como de hecho es costumbre hacer: se impedirá así que las piezas se carguen estando en esta posición, que es en la que la madera opone la menor resistencia.

Los últimos cepos se sitúan en *M, N, O, P, Q, R, S* y *T*, en el espacio que queda entre los anteriores: se ensamblarán y atornillarán como en el último caso, cuidando igualmente que quede al menos media pulgada de holgura sobre las piezas transversales, a las que no deben abrazar más que por los costados y por debajo; de este modo, cuando los elementos principales estén muy comprimidos en los extremos y tiendan a curvarse, como por ejemplo *BD* y *DF*, sólo podrán hacerlo por arriba, hacia *K* y *L*, donde tienen como punto de apoyo la propia carga de la bóveda. Las riostras horizontales que pueden utilizarse, en lugar de los tirantes, en armaduras de arcos pequeños de entre 3 y 7 toesas; en este caso los pendolones y el resto de las riostras se prolongarán y ensamblarán entre sí a media madera, todo ello según se puede ver en los dibujos de las armaduras que se han propuesto para los arcos en la figura 8, fig. 13.

Levantamiento de las armaduras y fijación en los puntos de apoyo

Una vez ensambladas las armaduras en obra, siguiendo el dibujo trazado sobre un muro en el caso de los arcos pequeños, o sobre un marco a nivel en el de los más grandes, sólo queda levantarlas y asentarlas sobre los puntos de apoyo. El levantamiento se hará utilizando andamios provisionales que pueden descansar sobre hileras de estacas en el caso de los arcos grandes, o sobre apoyos flotantes, situados en las pilas y los estribos, que es la práctica habitual; acerca de la forma de fijar las armaduras en los puntos de apoyo, Perronet escribe:

> Los jabalcones pueden asentarse sobre modillones, recrecidos una pulgada por la parte posterior, como se puede ver en el punto *P* (fig. 6, fig. 5); o bien en orificios previstos en la obra de fábrica, como los *M* y *O* (fig. 6, fig. 5); sobre soleras (fig. 7, fig. 6), o soleras con canes según vemos en *T* (fig. 5, fig. 3); o bien sobre las cabezas de atado de los pilarejos, que se recortarán siguiendo el retranqueo de la primera hilada de cimientos, tal y como sucede en *F* (fig. 9, fig. 18), pilarejos en los que las piezas pueden también ensamblarse por embarbillado. Dependiendo de las circunstancias, se elegirá el método que se estime conveniente; creemos que el primero, que los obreros denominan asentar a pelo, es suficiente para las armaduras de los arcos de menos de 5 ó 6 toesas de luz, y evita tener que colocar soleras innecesarias.

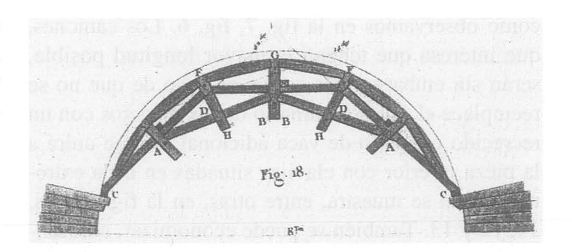


Figura 9
Fijación de las armaduras en los puntos de apoyo, fig. 18

En el momento de levantar las cimbras las presas deben estar retiradas, de modo que el nivel de las aguas bajas, que suele ser el del arranque de los arcos, designará el punto de apoyo inferior. Sin embargo, puede situarse por debajo del agua utilizando pilarejos, que se representan por *A* en la figura 10, fig. 7, y se alojan en los retranqueos de las piezas con las que se ensamblan.

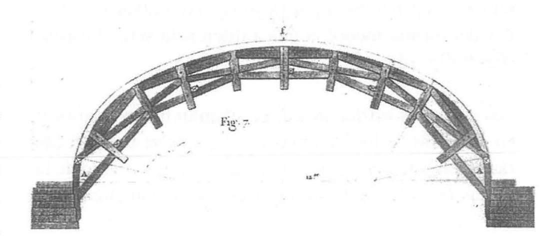


Figura 10
Fijación de las armaduras en los puntos de apoyo, fig. 7

Colocación de dovelas y movimientos de las bóvedas

La fuerza (según Amontons) necesaria para mover un cuerpo de base plana y lisa, apoyado sobre un plano horizontal también liso, es la tercera parte del peso necesario para vencer el rozamiento de las bases; de donde resulta que si el peso está situado sobre un plano inclinado no comenzará a deslizar hasta que la altura del plano mida la tercera parte de la longi-

tud; el ángulo del plano con la horizontal medirá 18 grados y 20 minutos. Si se trata del rozamiento de una piedra apoyada en un madero, el ángulo es de 39 grados y 52 minutos.

Según estas indicaciones, se pueden comenzar a poner sin cimbra las primeras hiladas de dovelas hasta que comiencen a deslizarse sobre las dovelas inferiores, esto es, cuando la cara superior de esas piedras está inclinada respecto a la horizontal de 39 a 40 grados. Las hiladas de dovelas que se colocan a continuación a cada lado, comienzan a cargar las cimbras: esta carga, que aumenta progresivamente hasta que se pone la clave y hace bajar un poco la parte de las cimbras cercana a los apoyos, tiende al mismo tiempo a hacer subir la parte superior; por este motivo se deben cargar con dovelas, ya talladas, que se utilizarán después en la parte superior de las bóvedas a medida que la bóveda se eleva para sujetar los entramados e impedirles subir. Este descenso inevitable de las armaduras ocasiona primero una apertura en las llagas superiores de las dovelas, a poca distancia de la perpendicular de los arranques, sobre todo en las grandes bóvedas, y después progresivamente más arriba a medida que se construye la bóveda, pero estas juntas se cierran después de colocar las claves.

Descimbrado de los puentes

Las cimbras descienden por su ensamblaje y bajo el peso de las bóvedas durante su construcción debido a la compresión de las fibras de la madera y a la pequeña curva que sufren los pares, lo que obliga a peraltarlas, sobre el patrón o plantilla con la forma exacta de los arcos, en la misma cantidad en la que pueda ser evaluado este descenso. Para disminuir el asiento de las bóvedas y facilitar el descimbrado de los puentes, lo habitual era poner en seco un cierto número de las últimas hiladas de dovelas, afirmarlas fuertemente con cuñas de madera introducidas a golpe de mazo entre tablas enjabonadas y rellenarlas y fijarlas después con mortero de cal y cemento. Algunas bóvedas se dejaban el mayor tiempo posible sobre las cimbras; otras se desmontaban enseguida, tras cerrar los arcos. Se debe esperar entre un mes y seis semanas o al menos hasta que el mortero de las juntas de las últimas hileras de dovelas hayan adquirido bastante consistencia (de dos a tres semanas, si la piedra es porosa).

Se pueden considerar dos partes en una bóveda, la superior que tiende a bajar, la inferior de ambos costados, que resiste y es empujada hacia afuera. Esta última parte de cada lado de la bóveda incluye aquéllas que no cargan las cimbras antes de colocar la clave. Couplet la sitúa en 30 grados en las bóvedas de cañón o la sexta parte de la media circunferencia, es decir, el tercio de la semi-bóveda. Se puede pues, según estas observaciones, comenzar por quitar sin temor todos los forros que se hayan colocado en ambas partes inferiores de las bóvedas, por lo menos hasta el tercio de las semi-bóvedas; ya que, cuando se hayan colocado las claves, estas partes, en lugar de cargar sobre las cimbras, son desplazadas hacia fuera por el peso de las dovelas superiores; esta operación debe realizarse lentamente, quitándolos en igual número cada día y en ambos lados al mismo tiempo, para que las armaduras al descender lo hagan lentamente.

Cierre de las juntas

Antes de colocar las claves, las juntas de las dovelas tienden a abrirse, por el descenso de las armaduras, cuyo movimiento parte de los montantes que están dispuestos contra las pilas y estribos para sostenerlos, y aumenta al subir por esas armaduras: pero cuando se colocan las claves y las cimbras están a punto de ser descargadas, la causa del movimiento de las bóvedas cambia y es de las claves y las contraclaves de donde parte la acción de las dovelas, en sentido contrario al movimiento de las armaduras, para dirigirse hacia las pilas y estribos que deben sostener las bóvedas tras ser descimbradas. Este último movimiento de las dovelas es el que tiende a cerrar las juntas que se han abierto durante su colocación.

Nota

Este trabajo ha sido financiado por la Comunidad de Madrid en el marco de una beca postdoctoral de investigación.

Construcción de una casa con entramado de madera en Madrid en 1759

Esperanza González Redondo
Ricardo Aroca Hernández-Ros

Actualmente existe en Madrid, en su recinto histórico, un extenso número de edificios, en su mayoría de arquitectura doméstica tanto individual como colectiva, que forman parte de la trama urbana heredada del pasado. Inicialmente se pensó que los sistemas constructivos utilizados en el s. XIX, edificios de entramado de madera, que son los que en mayor número se pueden encontrar actualmente en Madrid, hundían sus raíces en una tradición heredada del s. XVIII. En el marco de un conjunto de trabajos realizados se ha podido estudiar y constatar la realidad constructiva en este campo. Las fuentes documentales originales desprenden que no sólo hay que buscar sus comienzos en el s. XVIII, sino que incluso en la centuria precedente sus marcos de madera estaban perfectamente reglamentados en lo que se refiere tanto a sus medidas (tabla, canto y largo) como a sus precios.

En este trabajo, siguiendo otros que se han realizado previamente y a la luz de las fuentes documentales consultadas se pretende centrar el estudio en el análisis de un contrato de obra de una vivienda de la época y así lograr un acercamiento más detallado al contenido real de este tipo de documentos. Para ello se reproduce literalmente y respetando el mismo orden original la transcripción íntegra del documento encontrado en el Archivo Histórico de Protocolos de Madrid Nº 16.455 referente a una Escritura de ajuste y convenio para la obra y reparo de una casa en Madrid en 1759 situada en la esquina de las calles Silva y Estrella, a la que se acompaña de las notas, explicaciones y comentarios necesarios para su mejor comprensión.

Contenido del documento

El documento objeto de estudio data del s. XVIII, está firmado en 1759, y aparece bajo el título «Escritura de ajuste y convenio para la obra y reparo de una casa» en Madrid situada en la esquina de las calles Silva y Estrella. Contiene información escrita y gráfica, y su importancia reside fundamentalmente en ese aspecto, pues es poco frecuente encontrar un documento de esa época en el que aparezca tanta información. Respecto a la primera, aporta una memoria en la que recoge que se pretende edificar una casa nueva en el lugar de otra ya existente de la que ha de ser demolida una parte y sobre cómo debía ésta construirse que analizaremos a continuación y, en la segunda, se incluyen las dos plantas de la viviendas así como sus dos alzados, añadiendo además la escala gráfica en pies castellanos así como la leyenda con la distribución de cuartos.

Documentación escrita

Esta escritura de ajuste y convenio para la construcción y reparo de una casa consta de cuatro folios que reproduciremos íntegra y literalmente a lo largo de este trabajo. En la figura 1 se muestra la primera hoja de este documento, cuyo texto comienza como exponemos a continuación.

D. Joseph Ignacio Gutierrez, Arquitecto Maestro de obras. Digo que de orden de Dn Juan de Bandebal, he

practicado el Plan rubricado que acompaña á esta Certificazion con el qual se demuestran, tres tiendas, un quarto principal, con todas sus ófizinas, én lo bajo, de cochera, pajar y cueba, y quartos de familia en los desbanes, y todo ello dispuesto en la mejor forma, que se ha hallado por conveniente, para reparar esta casa, y ponerla en estado de utililizarla, redificando de nuebo mucha parte de ella, para que por este medio se consiga el veneficio de su venta con aumento al principal de su valor, lo que al presente no sucede, por falta del aumento de su fabrica, y mal repartimiento, e incomodidad de sus avitaciones existentes, todo lo que ha motibado al referido Dn. Juan de Bandebal, poner en ejecucion esta diligencia, y dicha obra se ha de practicar con arreglo al plan que presento, y bajo las circunstancias, que aqui se diran.

Documentación gráfica: las trazas

Junto a la escritura también se han encontrado los planos de esta vivienda. No es frecuente encontrar los planos en este tipo de documento del Archivo Histórico de protocolos. Tal y como se relata en la primera hoja del documento y como se puede contrastar en los planos, se pretende construir una casa de dos plantas y cubierta. En la planta baja hay tres tiendas, cochera, pajar, cuarto del cochero, cuadra, un patio y el zaguán, ésta queda elevada sobre el nivel de la calle dejando las lumbreras o ventanas que ventilan e iluminan la cueva o sótanos; en la primera planta llamada cuarto principal, consta de recibimiento, sala y antesala, dormitorios, gabinete, piezas de despacho, cocina y despensa, una pieza de comer y dos escaleras y en la cubierta cuya planta no aparece, aunque se observa en los alzados y se menciona en el documento, los llamados desvanes o cuartos de familias (en ellos se alojaban familias enteras) con buhardillas o buhardas. Se muestra en la figura 2 las trazas de la vivienda en donde se presentan las dos plantas de ésta: planta baja y planta primera con la escala gráfica, así como la memoria con la descripción de los cuartos.

La construcción con entramado de madera en los ss. XVII–XIX

El recorrido por la investigación documental realizada avanza una serie de aspectos sobre esta forma de construir que apenas se reflejan en la bibliografía moderna existente. Se realizó con estructura portante de madera tanto horizontal como vertical, denominado generalmente entramado,[1] sobre una cimentación y planta baja construida en su totalidad en albañilería (ladrillo o mampostería) que en el caso de existir tiendas solía resolverse con planta baja de cantería. Sobre esta planta baja se levanta una estructura de madera desde los denominados «cuartos principales» hasta la realización de la cubierta (armaduras y entablados). El criterio rector en el dimensionado de estos entramados viene determinado por el grueso de los anchos de sus carreras[2] y en base a ellas se dimensionaba el resto del armazón de madera que disminuye de sección a medida que el edificio crece en altura. Los huecos o paños de los entramados[3] verticales (fachadas principales, muros de fachadas inte-

Figura 1
Escritura de ajuste y convenio para la obra y reparo de una casa en las calles de Silva y de la Estrella en Madrid. Primera hoja del documento. AHP Nº 16.455 (1759)

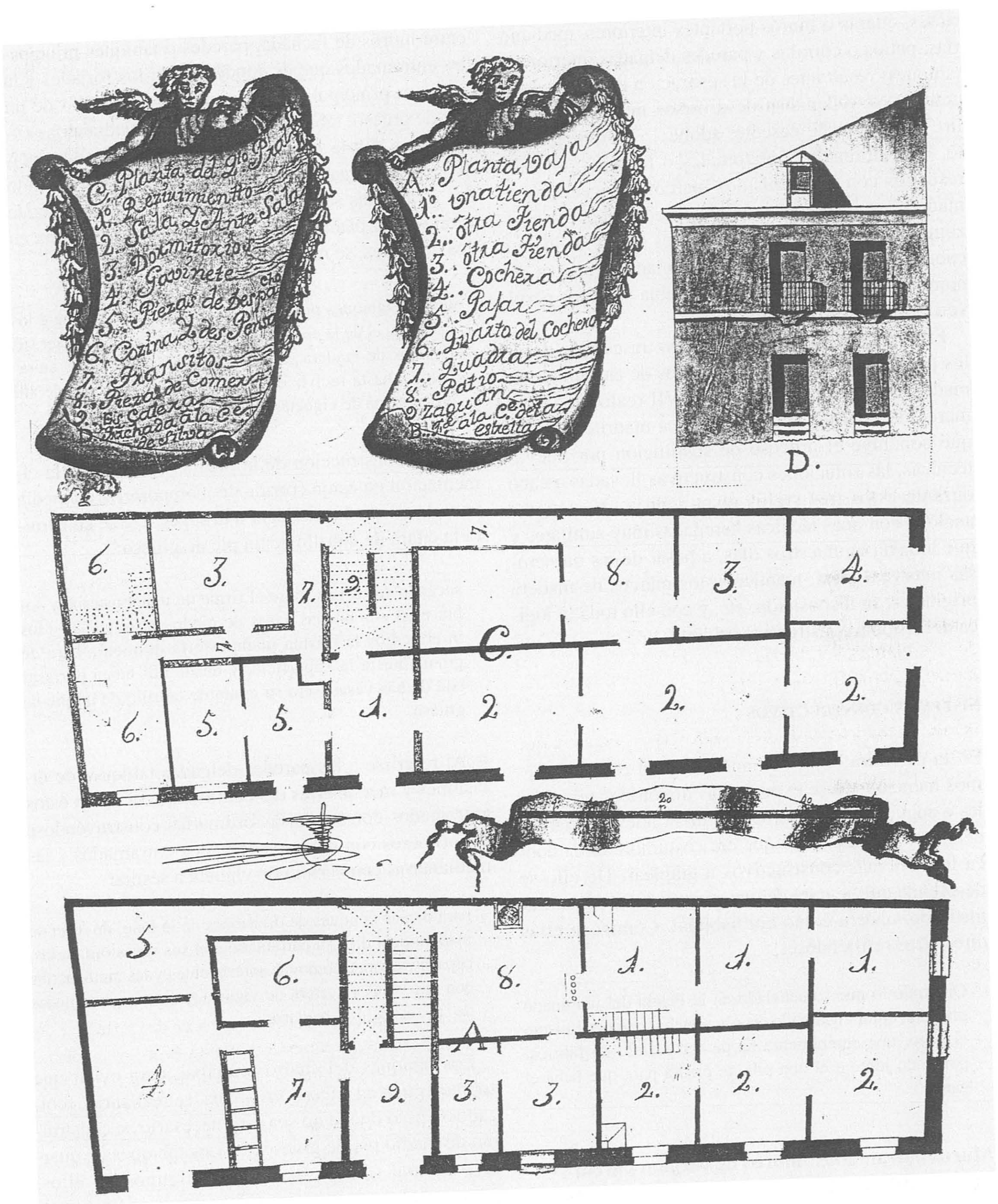


Figura 2
Planta baja: 1. Una tienda, 2. Otra tienda, 3. Otra tienda, 4. Cochera, 5. Pajar, 6. Cuarto del cochero, 7. Cuadra, 8. Patio, 9. Zaguán. Planta de cuarto principal: 1. Recibimiento, 2. Sala y antesala, 3. Dormitorios, 4. Gabinete, 5. Piezas de despacho, 6. Cocina y Despensa, 7. Tránsitos, 8. Pieza de comer, 9. Escalera y principal

riores, cítaras o muros portantes interiores, medianerías, patios o corralas y paredes delgadas interiores o tabiques) resultantes de la separación de los maderos entre sí, se rellenaban de diversos materiales (ladrillo, mampostería, cascote, adobe . . .). Análogamente, los entramados horizontales o forjados, también resueltos con estos mismos marcos o escuadrías de madera, se resolvían igualmente con maderos horizontales con secciones decrecientes según las luces a cubrir. Estos mismos marcos de madera (con su denominación y escuadría: canto, tabla y largo) perviven durante tres siglos.

En definitiva, a pesar del tiempo trascurrido desde los primeros sistemas constructivos de entramado de madera documentados en el s. XVII realizados en el marco de la arquitectura doméstica madrileña, hasta que concluye el proceso de sustitución por nuevas técnicas, las soluciones constructivas llevadas a cabo durante estos tres siglos responden a un esquema análogo con unas técnicas heredadas muy similares y que todavía en nuestros días, a pesar de las numerosas intervenciones, mantienen los marcos de madera originales, su disposición, etc, y con ello toda la lógica del sistema constructivo original.

Sistemas constructivos

En la escritura objeto de análisis y tal como ya hemos mencionado se exponen las directrices principales a seguir en la construcción de la nueva vivienda, detallando dentro de lo que era costumbre en la época los sistemas constructivos a emplear. De ello se desprende que se trata de una construcción con entramado de madera como era habitual. Comienza estas directrices refiriéndose:

> Que todo lo que ba señalado en la Planta del nominado plan con color encarnado, es obra nueba, como asimismo el pozo, que enteramente ha de ser vestido de fabrica, poniendo junto a el una pila de piedra para que beba el ganado

Muros entramados: muros de carga o paredes principales, cítaras y tabiques o paredes delgadas

En la construcción con entramado de madera es frecuente que en los documentos comiencen recogiendo la construcción de las paredes, en éstas se distingue entre muros de fachada, paredes o tabiques principales entramados que es donde cargan los forjados y la escalera principal, cítaras o muros de ladrillo de un pie de grueso, tabiques entramados y medianerías entramadas. En la construcción de los tabiques principales o de carga se realizarán entramados reduciendo las escuadrías según crece en altura, con carreras de tercia en la planta principal y de vigueta y sesma en los desvanes, se refiere a éstos como sigue:

> que los tabiques principales, sobre que han de cargar los suelos, y el de la escalera, que cae al patio, han de ser sus carreras de madera de terzia con sus respectibos entramados, hasta recivir el suelo de los desbanes, y de alli arrîba seran de vigueta, y sesma.

En la construcción de la planta baja y sobre la cimentación en zanja corrida de mampostería de media vara de grueso hasta llegar a la superficie se construirá la cítara de ladrillo de un pie de grueso:

> sacando sus cepas sobre el firme de mamposteria, y sobre ellas sus buenas vasas de piedra verroqueña; y los intermedios la misma mampostería de media bara de grueso hasta la superficie, y desde alli hasta enrrasar con dichas vasas, sera su citara de ladrillo de un pie de grueso.

Al referirse a las paredes delgadas tabiques de divisiones y medianerías del cuarto bajo, se harán éstos entramados con sus basas ordinarias construyéndose los primeros con maderos de a diez entramados y las medianerías con carrera de vigueta a sesma:

> para demas tabiques de divisiones de lo bajo, de forja de madera de a diez su entramado con sus vasas ordinarias, cepaes y citaras, como las antezedentes y las medianerías con sus vasas y carrera de vigueta, a sesma, entramadas de sus respectibas maderas.

Los tabiques del cuarto principal, para evitar que sobrecarguen en exceso los vanos, se realizarán «colgados», pero donde no sea esto necesario se construirán de medio pie de grueso . . . Los tabiques de quarto principal (de las divisiones) algunos de ellos, como son los que cargan en los vanos, se haran colgados, que estos bien echos, quanto mas delgados, son mejores, pero adonde no sea nezesario esta prevencion, se haran de medio pie de grueso, y lo mismo en los desbanes, adonde se haran las dos piezas

Figura 3
Segunda hoja del documento AHP Nº 16.455 (1759)

del techo de vobedillas, y las otras dos antes de ellas de cielo raso artesonado de listones

Forjados o suelos entramados

Los forjados de las viviendas también se construían entramados y con distintas escuadrías según el cuarto o planta de la que se tratara, en la principal se harán con maderos de a seis y distingue su acabado, mientras en el principal irán todos forjados de bovedillas en tosco y con cielo raso por debajo, en los demás suelos se harán de bovedillas descubiertas

> En el quarto principal, se haran los suelos nuebos de madera de a seis, y viguetas forjados de vobedillas en tosco, y de cielo raso por debajo con tabaques, y tomiza, como los demas de los suelos, o techos de este quarto, con una moldurita a los rincones, y los demas suelos nuebos, que cubren la primera altura, se haran de vobedillas descubiertas.

También se menciona cómo se terminarán los suelos: los del cuarto principal, los de los desvanes así como los de la planta baja o de entrada

> Los solados del quarto principal, se haran de la misma labor que tiene lo viejo, y se compondrá (esto) de las faltas que tubiere como también las tiendas . . . En los desbanes, se echara lo nuebo de suelos de hieso, y se compondra lo viejo. Y en lo bajo se empedrara todo lo nuebo y patio, en el que se pondran sus canales de piedra hasta sacar las aguas a la calle.

Figura 4
Tercera hoja del documento AHP Nº 16.455 (1759)

Huecos: ventanas y puertas

En las tres tiendas, se pondran dos peldaños en la entrada de cada una de piedra con sus troneras para la luz, y ventilazion de los sotanos, y en ellas se pondran tres postigos nuebos enrrasados de ordinario, con un quarteron en cada uno con su varilla envevida, y el tercero peldaño de ellas, sera la peana del cerco . . . Las puertas de la cochera, han de ser nuebas con un postigo en una de las ojas; y la puerta principal, ha de ser nueba de obra enrrasada, hundido con calamon, y roseta, y friso moldado con tableros de nogal; las puertas, y ventanas de todo lo nuebo, sera en lo bajo de enrrasado ordinario; en lo principal moldado; y en los desbanes enrrasado con todos sus herrajes, y se compondra lo viejo y dejara corriente; Como tambien el trastero de los tejados.

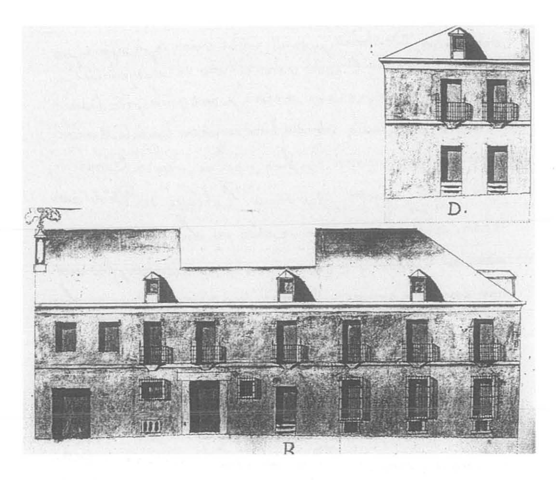


Figura 5
Alzados calle de la Estrella y calle de Silva

Escalera

En las plantas se aprecian distintas escaleras, en la planta baja hay dos pequeñas de un sólo tramo que dan servicio a las tiendas y se comunican con los sótanos o cueva, su construcción no se menciona en la escritura, son escaleras secundarias y a menudo de muy mala construcción, y otra, la principal, de dos tramos que arranca del sótano y llega hasta los desvanes. Para su construcción tan sólo se menciona la escuadría que ha de utilizarse añadiendo que ésta se mantendrá constante desde la planta baja hasta los desvanes, y que se colocará una barandilla de hierro

> Los peldaños de la escalera principal, que ha de subir hasta los desbanes, han de ser de pie y quarto, con sus varandillas de hierro.

Acabados de las fachadas

Tambien se pondran canalones de ojas de lata en las fachadas, y en el patio con su vajada; se rebocaran dichas fachadas haziendo un esquilfe, o cornisa en el alero, dando de verde los valcones, y rejas, y dar de color de porzelana todas las puertas y ventanas del quarto principal, y en lo vajo las exteriores de las calles; previniendo que en las nuevas no hai que hazer nada.

Presupuesto de construcción y renta de alquiler

Si escasos son los documentos acerca de la construcción de las viviendas, aún menos frecuente es encontrar las distintas partidas desglosadas con su precio. En el caso de esta vivienda se recoge el precio final incluidos los materiales y la ejecución, cincuenta y seis mil reales de vellón.

> Todo lo que bien écho, y con buenos materiales, como se ha dicho, y haviendo écho considerazion de los que produzca esta redificazion, y su valor de los quales se aprovecharan en esta obra todos los que sean serbivles, como tambien el coste de su demolicion, y sacar la tierra al campo, tendra de toda costa de forma, y materiales cinquenta y seis mil reales de vellon con poca diferenzia.

En el caso que la casa se destinara al alquiler, y tal y como era costumbre se alquilarían por una lado las tiendas, por otro el cuarto principal o planta primera y finalmente los desvanes, todo ello supondría un total de seis mil cien reales de vellón

> Por Alquileres en cada un año, considero podra rentar el quarto principal con las anunciadas ofizinas, de cochera, pajar, quarto del cochero, cueba, desbanes y quartos abitables de ellos, tresmill y quinientos Reales, y las dos Tiendas maiores a un mill Reales cada una, y la otra menor de la Calle de la Estrella seiscientos, que unidas las partidas, asciende a seismill y cien Reales de vellon, total

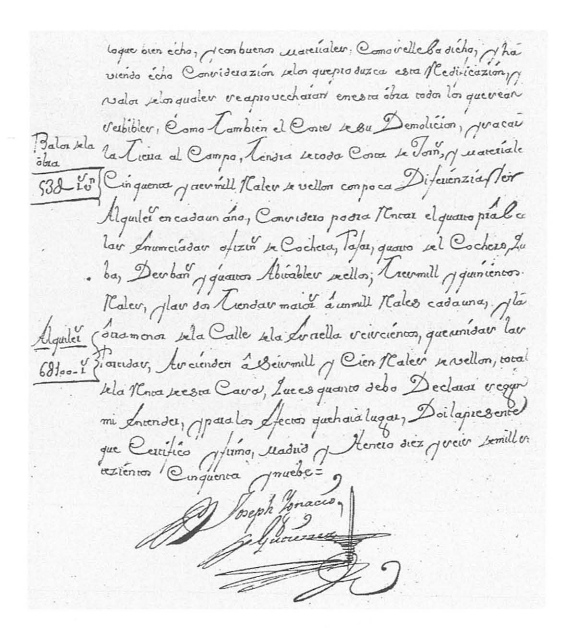


Figura 6
Cuarta y última hoja del documento con el presupuesto de construcción, la futura renta por alquiler, la fecha, 1759, y la firma del Arquitecto Maestro de obras Jose Ignacio Gutiérrez

> de la venta de esta casa, que es quanto debo declarar segun mi entender, y para los efectos que haia lugar, doi la presente que certifico y firmo, Madrid y Henero diez y seis de mill setezientos cincuenta y nuebe. Firmado Joseph Ignacio Gutiérrez.

Conclusiones

El proceso de sustitución de esta construcción entramada por fábrica de albañilería tiene sus comienzos a finales del s. XVIII y el detonante hay que buscarlo en el incendio de la Plaza Mayor de Madrid en 1790. En esta ocasión se incendiaron 54 casas y no fue posible frenar su propagación hasta que el avance del fuego a lo largo de la hilera de casas llegó hasta una vivienda cuyas medianerías estaban construidas en su totalidad de fábrica de albañilería. Este hecho lleva a los técnicos del proceso constructivo a reflexionar sobre la precariedad de los sistemas constructivos que venían utilizándose hasta el momento en materia de protección contra incendios y a replantearse posibles mejoras.[4] Durante el s. XVIII son numerosas las referencias al respecto pero, en ningún documento encontrado hasta la fecha, queda reflejado el carácter de obligatoriedad de construir con albañilería. En el s. XIX, en su segunda mitad, comienza a recogerse todo un conjunto de normas más concretas. Atendiendo a su sustitución en el tiempo, este proceso tiene como punto de partida el abandono de la construcción de las fachadas principales con entramado de madera.

En lo relativo a los forjados o entramados horizontales de madera, prácticamente se puede decir que el comienzo de la sustitución de éstos por forjados con vigueta de acero en doble T tiene su origen a finales del s. XIX con la introducción de los nuevos materiales. Es decir, durante estos tres siglos, el sistema constructivo utilizado, con carácter general, fueron los forjados de madera. El abandono de la madera en la construcción de las cubiertas es muy posterior y se continuará empleando en el s. XX.

Notas

1. Es frecuente encontrar otras denominaciones: telares de madera, maderaje, armazón de madera, jaula de madera, maderos . . .
2. Madero horizontal que se pone inmediatamente sobre las zapatas de los pies derechos y sirve para cargar sobre ella las vigas de los suelos. Sobre la cabeza de éstas va la solera para sentar nuevos pies derechos en los superior. Cuando las paredes no tienen entramados, las soleras se sientan con nudillos sobre sus enrases, encima de éstas se colocan las vigas o tirantes, y después otra solera si se han de hacer entramados, o el estribo, si es una armadura para que apoye su coz los pares. Ord. Mad. C. 5. Mayormente si se introducen las carreras de los suelos dentro de las medianerías.
3. También denominados «cuarteles».
4. Proyecto de Ordenanzas que se incluyen en el informe enviado por Juan de Villanueva en 11 de octubre de 1790 al Ayuntamiento de Madrid.



Depósitos fundacionales en las cimentaciones mesopotámicas y egipcias

Amparo Graciani García

Desde época sumeria, se extiende en Mesopotamia la costumbre de enterrar en los cimientos material de distinta índole con carácter simbólico con objeto de conmemorar dichas construcciones, de propiciar los buenos augurios de la edificación o simplemente con finalidad apotropaica, constituyendo los conocidos como *depósitos fundacionales.* Como se ha explicitado y como su propio nombre indica, éstos solían emplazarse en los cimientos de los templos, aunque también bajo las puertas o incluso incorporados en los propios muros. Aunque con evidentes diferencias, desde las primeras dinastías, y por tanto en paralelo a la época sumeria, hasta la etapa grecorromana, la civilización egipcia también hace uso de estos depósitos.

El objeto de esta comunicación es realizar una exposición sistemática de las distintas tipologías de material fundacional, utilizando como fuente de información de partida los fondos de tres museos, especialmente el del Louvre de París y en menor medida el Británico de Londres y el de Bagdad; además se insistirá en el valor de tales depósitos como fuente de información para conocer datos relativos a los procesos constructivos y para facilitar la adscripción cronológica y la identificación de edificaciones.

La tradición mesopotámica

Para el análisis de los depósitos mesopotámicos, se han establecido los siguientes tipos de elementos que se pueden incluir en un depósito fundacional: «ladrillos del destino», placas de fundación y clavos de fundación.

Los «ladrillos del destino»

Las piezas más interesantes son, sin duda, los ladrillos fundacionales, que la literatura del momento refiere como «ladrillos del destino» y de la que se desprende la gran importancia que éstas tenían en los rituales sumerios. Por ejemplo, en el Himno al Templo Eninnu, la obra maestra de la literatura sumeria, conservado en los Cilindros A y B en el Museo del Louvre,[1] su presencia es constante, especialmente en la narración del primer y segundo sueño propiciatorio del rey Gudea de Lagash, su protagonista. En el primero, cuando en el cielo, el dios En-lil se presenta a Gudea y le indica que se reconstruya el templo, aparece ya una mención al ladrillo:

> El «ladrillo del destino» levantó su cabeza hacia él, / estiró (ávidamente) su cuello hacia él para la construcción del templo puro, / y en aquella visión nocturna, hacia su rey, / cuando Gudea abrió sus ojos sobre su señor Ningirsu, / éste le habló sobre su templo y su construcción: / las grandes «fuerzas divinas» del Eninnu él se las puso ante sus ojos.[2]

La presencia del «ladrillo del destino» se acentuará más adelante, durante el segundo sueño, al narrar el ritual de consagración del templo. Además se ha-

blaba de placas fundacionales (la segunda modalidad que explicaremos, en este caso una placa de lapislázuli con un plano del templo, un cesto de albañil y un «molde puro», es decir, el utilizado para hacer el «ladrillo del destino».

Una primera mujer, ¿quién era?, ¿quién no era? / Apareció (luego); sobre la cabeza le sobresalía un apropiado tocado, / en una mano tenía un cálamo de plata pura, / sobre una tablilla en sus rodillas estaban diseñadas las «estrellas del buen cielo»./ Ella la consultaba. / Había un segundo (hombre) como un guerrero, quien, / poderoso en fuerza, sujetaba una placa de lapislázuli en la mano, / sobre la cual establecía el plano de un templo. / Delante de mi se hallaba una cesta pura, / se había dispuesto un molde puro, / se había colocado el «ladrillo del destino» dentro del molde para mí.

La ceremonia incluía, entre otros ritos, la comprobación de que el ladrillo emplazado en el depósito fundacional era el originario, «el divino», con lo que se aseguraban así los buenos augurios:

La cesta pura colocada delante de ti, el molde puro del ladrillo dispuesto / el «ladrillo del destino» colocado dentro del molde / era realmente, el ladrillo sagrado de Eninnu.

El sueño continúa con el ritual de la colocación del «ladrillo del destino»:

Gudea en el Baragirnunna / dejó reposar su corazón. / El día había pasado, se bañó; / arregló sus vestidos como era debido, / Utu salió para él de las nubes de la abundancia. / . . . entró en la ciudad purificada, / ofrendó un toro perfecto, un cabrito perfecto, / fue al templo, levantó la mano hasta la boca. /en la caja del molde del ladrillo vertió agua propicia / (y el agua le) sonó al gobernante como *instrumentos* sin y ala; / mojó en el hoyo de los ladrillos la capa de arriba, / añadió miel, crema y aceite noble, suave, / perfume bulaq, perfume pi y juncos; / trabajó la pasta.
Levantó la sagrada cesta, la acercó al molde; / Gudea metió barro en el molde, / hizo aparecer «la cosa apropiada»,/ hizo surgir brillantemente el ladrillo para el templo . . . / Golpeó el molde, sacó el ladrillo para que se secara . . . / levantó el ladrillo: / era como una corona pura que lleva An; / alzó el ladrillo, entre su pueblo, lo llevó (allí) . . . / situó el ladrillo, midió a pasos el templo, / estableció el diseño del templo / (como un auténtico) Nisaba, que conoce el sentido de los números.

Campbell y Will (Campbell y Willl 2004, 33) recogen otro texto de una ceremonia fundacional:

(El rey) depositó el agua bendita en el armazón del molde del ladrillo. Para el soberano unos tambores y un timbal (?) acompañaban al canto *adab*. Colocó el sello del ladrilllo de manera que (el lado inscrito) estuviera hacia arriba; lo roció con miel, mantequilla y crema; mezcló ámbar gris y esencia de toda clase de árboles e hizo una pasta. Levantó la impecable cesta y la depositó delante del molde, actuó exactamente como estaba escrito y observó cómo se creaba el ladrillo más hermoso de la casa. Mientras tanto, todos los allí presentes rociaban aceite y esencia de cedro, mientras él dejaba que su ciudad . . . se regocijara. Golpeó el molde del ladrillo: el ladrillo salió a la luz del día. Miró con enorme satisfacción el sello en la arcilla . . . lo untó con esencia de ciprés y ámbar gris. El dios del sol se regocijó con (su) ladrillo, lo había puesto en el molde que se elevó como la crecida de un río.

Ceremonias rituales similares a la narrada en el Cilindro A de Gudea se representan en numerosas placas conmemorativas del inicio de la construcción de un templo que se conservan, unas placas agujereadas en su centro en las que el rey, precediendo a personajes importantes, lleva sobre su cabeza una cesta con ladrillos, precisamente, *ladrillos del destino*.

El papel del ladrillo en estas ceremonias no era más que una muestra de la importancia de éste tenía para las culturas mesopotámicas. De hecho, el ladrillo simbolizaba la construcción; la propia palabra (*sig* en sumerio) también significaba *edificio* y *ciudad,* e incluso era el nombre del dios de la construcción. El primer ladrillo representaba así al dios de la construcción, al que en los rituales se hacían ofrendas de comida y bebida.

A partir de la constatación arqueológica de la presencia de estos ladrillos desde época neosumeria, correspondiendo concretamente al reinado de Gudea de Lagash (2120 a.C.) dentro del periodo de la fase de la Supremacía Gútea, podemos pensar que es en este momento cuando empieza esta costumbre, lo que implicaría que sería coetánea a la realización del Cilindro A, cuando sin embargo, por la complejidad del ritual parece que es ya es tradición.

Esta tendencia se mantiene en los distintos periodos posteriores. Por ejemplo, de época paleobabilónica en el Louvre se conserva uno procedente del templo de Shamash, dios del sol y la Justicia, en

Mari, donde se refiere la obra de Yahdum-Lîn, rey de la ciudad (1825–1810 a.C.);[3] en los cimientos de este templo se encontraron diversos ejemplares de ladrillos de fundación con una interesante inscripción histórica y religiosa (de 157 líneas) que, descubierta en 1953, fue estudiada en 1955 por Dossin (1955, 1–28; Parrot 1969, 345). También en el Louvre hay ejemplares asirios de distintas épocas: uno del Palacio de Nimrud de Assurnasirpal II (883–859 a.C.)[4] y siete de época de Sargón II (721–705 a.C.),[5] de procedencia desconocida.

Tales ladrillos resultan una fuente de información básica por las inscripciones que presentan. Los textos inscritos, realizados o mano o estampados a molde, suelen ser alabanzas a los dioses titulares de las edificaciones, explicando el uso y la finalidad de ésta, o bien a los soberanos que en el futuro habrán de restaurar dichos edificios. En ocasiones los propios moldes de estampación se incorporan a los depósitos fundacionales, lo que se justificaría por la importancia que como garantía de autenticidad les asignaba el Himno al Templo Eninnu; así, en el Louvre se conserva un ejemplar de molde de terracota para estampar inscripciones en ladrillos de fundación procedente del templo del dios Soleil, en Larsa, h. 1850 a.C. [6]

Las placas de fundación

Desde mediados del tercer milenio a.C., concretamente desde finales del Protodinástico (Protodinástico III),[7] empiezan a utilizarse también placas de fundación, de piedra, barro, y menos comúnmente de cobre. La importancia del ritual de inicio de la construcción justifica que se empleara en estas placas un material como la piedra, tan poco habitual en la Baja Mesopotamia, en Summer, por la ausencia de canteras en la zona.

Aunque algunas placas o tablas de fundación son anepigráficas, es decir, sin inscripciones, las más frecuentes son inscritas. Estas últimas, a las que de modo amplio se las conoce como *documentos de fundación,* son además las más interesantes como testimonio y fuente de información histórica en general y sobre procesos constructivos en particular. La costumbre de incluir en los depósitos fundacionales *documentos de fundación,* es decir placas epigráficas, no era exclusiva de Mesopotamia a finales del tercer milenio a.C. De hecho, su uso también está constatado entre los hurritas, quienes, en cualquier caso utilizaban placas metálicas con más frecuencia; por ejemplo, en el Louvre se conserva un ejemplar de cobre y piedra de un templo dedicado al dios Nergal por Tishatal, príncipe de Urkish, hallado en Bassin du Habur, que tiene el interés intrínseco de incluir el texto más antiguo existente en lengua hurrita.[8]

Concretamente, las pétreas se realizaban por lo general en caliza y de modo ocasional en clorita (de forma exclusiva[9] o mixta) e incluso en lapislázuli, una piedra muy preciada en la época y que, como se refleja en el Cilindro A de Gudea, se empleaba durante los rituales fundacionales; entre ellas destaca la serie de placas anepigráficas que se conserva en el Louvre procedente del Templo de la diosa Isthar en Mari, realizadas en piedra caliza y lapislázuli entre el 2500 y el 2400 a.C.[10] Cuando se trata de piezas de lapislázuli, evidentemente sus dimensiones son menores, entre 4 y 5 cm de altura.[11] También las realizadas en clorita son algo más pequeñas que las de piedra caliza, no superando los 10 cm de altura.[12]

Considerando la omnipresencia del barro como material en las distintas facetas de las culturas mesopotámicas, es lógica la existencia en los distintos periodos históricos de placas epigráficas en barro cocido; por ejemplo, en el Louvre se conserva una de finales del siglo XIX a.C., dedicada a la construcción del templo de Dagán en Terqa por Samsi-Addu,[13] y también alguna del periodo asirio.[14]

Sin embargo, las placas cerámicas no fueron las más habituales en los edificios especialmente significativos. De hecho, por su excepcionalidad, se optará por materiales más singulares y menos frecuentes en la zona como son la piedra y metales como el bronce, el cobre y más raramente oro y plata.

Entre las placas epigráficas pétreas del Protodinástico, destacan dos, hoy conservadas también en el Louvre,[15] que datan del tercer milenio a.C. y que fueron halladas en Tello, en ambos casos correspondientes al reinado de Eanatum. La primera, de 29 × 19,50 × 18 cm, presenta una inscripción en sumerio (recogida y transcrita en el Catálogo del Museo) en la que se enumeran las construcciones realizadas por el príncipe con ocasión de sus victorias; está dedicada al dios Ningursu, titular del estado de Lagash, y está fechada hacia el 2450 a.C.[16] La otra, algo más pequeña, de 20,50 × 14,50 × 7,20 cm y también un poco más tardía (h. 2400 a.C.), procede del gran templo de la villa de Bab-Tibira.[17]

Del periodo neosumerio (concretamente del reinado de Gudea de Lagash) se conserva en el Louvre una placa calcárea procedente de Tello con dedicatoria a Inanna y de 12,30 × 8,30 × 3,30 cm.[18]

La tradición continúa en época paleobabiónica, contándose también con ejemplos de distintos reyes de Larsa (Warad-Sîn, h. 1830 a.C.;[19] Kudur-Mabuk y de Rîm-Sîn de Larsa, h. 1820 a.C.)[20] y con algunos de Hammurabi (a comienzos del siglo XVIII a.C.) relativos a la construcción de canales[21] y al templo de Borsippa.[22]

Las metálicas son menos frecuentes. Los primeros ejemplos corresponden a placas de comienzos del XVIII a.C. realizadas en cobre,[23] aunque las más interesantes son asirias. Concretamente, se trata del depósito fundacional del Palacio del rey Sargón II (721–705 a.C.) en Khorsabad, antiguo Dûr-Sharrukên, que aparecieron dentro de un cofre de piedra enterrado en la cimentación palaciega. El depósito está integrado por placas son de cobre, de plata y magnesita (carbonato de magnesio). Con algunas variantes, insistiendo en la titularidad y el patronazgo real, sus inscripciones evocan la construcción de la ciudad, sus palacios y sus templos, con indicación expresa de los materiales empleados tanto en las obras de edificación como en las tareas de ornamentación; la información se acompaña de maldiciones a quienes destruyeran las obras realizadas por el monarca.[24]

Esta tradición se perpetuaría con los persas aqueménides. Así, en el Palacio de Persépolis (Fars), se han encontrado depósitos fundacionales en las distintas salas que han permitido datarlas y adscribirlas en reinados. De ellos, el más interesante —hallado por Krefter— corresponde a la Apadana del palacio (que era una réplica de la de Susa); una vez franqueada la Puerta de los Propíleos de Jerjes I (s. V a.C.), a finales del siglo VI a.C., el rey Darío hizo colocar en dos puntos de los cimientos sendos cofrecitos de piedra que contenían cada uno dos placas de fundación, una de oro y otra de plata, que estaban acompañadas de algunas monedas. En estas placas, hoy conservadas en el Museo Arqueológico de Teherán, aparece inscrito un texto, grabado en tres lenguas —en viejo persa (diez líneas), elamita (ocho líneas) y babilónico (siete líneas)— en boca del propio rey:

> Darío, el Gran Rey, Rey de Reyes, Rey de los países, el hijo de Vishtaspa, el Aqueménida. El rey Darío dice: «Este es el reino que yo poseo desde el país de los Sakas que se encuentran a este lado de la Sogdiana hasta Kush, desde la India hasta Sardes. He aquí lo que me ha concedido Ahura Mazda, el más grande de los dioses. Que Ahura Mazda me proteja, así como a mi casa» (Ghirshman 1964, 156).

En otros puntos del Palacio, los depósitos están compuestos por placas pétreas enterradas como contención de la zanja de cimentación. Así sucede en la Sala 16 donde se encontraron los siete documentos fundacionales realizados placas pétreas cuadradas de época de Jerjes. En otras salas, sin embargo, los documentos fundacionales aparecen integrados en los paramentos; por ejemplo, en la Fachada Sur de la Terraza, donde Darío I colocó la inscripción fundacional en elamita y babilonio.

Los clavos de fundación

Los clavos de fundación son unas figuras terminadas en vértice agudo (punta) que quedaban insertas en el firme de cimentación o bien clavadas en los muros de la construcción. Unos son en forma de cono, mientras que otros representan figuras humanas; se realizan bien en metal (cobre o bronce) como en terracota, con independencia del tipo de que se trate.

La costumbre de introducir clavos de fundación es coetánea a la aparición de las otras modalidades de piezas fundacionales, habiendo ejemplares constatados desde época Protodinástica, a mediados del tercer milenio a.C. Desde entonces se mantiene existiendo ejemplos hasta época de Hammurabi, aunque la mayoría de los conservados en los fondos museísticos analizados corresponden al tercer milenio a.C.

Los clavos de fundación a modo de cono aparecen desde mediados del tercer milenio a.C.,[25] conservándose en el Museo del Louvre ejemplares de las época de Gudea,[26] Sîn-Kâshid de Uruk[27] (s. XIX a.C.) y Hammurabi (s. XVIII a.C.).[28]

En el caso de clavos de fundación con forma de figurillas, sobre las cuales Buren aportó las primeras consideraciones sobre el tema (Buren 1930, 1931), las dimensiones varían según el material, siendo evidentemente mayores los de barro cocido que los de metal, que alcanzan en torno a 12 cm de altura y 6 cm de diámetro. Los de terracota, al menos en los conservados en el Louvre, admiten más oscilaciones, entre 30 y 20 cm de altura y 13 y 9 cm de diámetro.[29]

Como en el caso de los clavos en forma de cono, los primeros documentados corresponden al Protodinástico y se trata de ejemplares en cobre de la primera mitad del tercer milenio a.C. Concretamente son las halladas en el Templo de Girsu (Tello), del Protodinástico II (h. 2700–2600 a.C.)[30] y las de época de Ur-Nanshe de Lagash (h. 2550–2500 a.C.), algo posteriores, del Protodinástico III.[31]

Normalmente representan a genios, dioses o reyes portando herramientas de construcción, como por ejemplo de un martillo,[32] un clavo[33] o una cesta de constructor. La figura que porta una cesta suele corresponder a un rey; esta iconografía aparece también en las estelas de la época y ha de ser contextualizada en el complejo ritual de iniciación de la construcción. Recuérdese el *Himno al Templo Eninnu:*

> Delante de mi se hallaba una cesta pura, / se había dispuesto un molde puro, / se había colocado el «ladrillo del destino» dentro del molde para mi
> La cesta pura colocada delante de ti, el molde puro del ladrillo dispuesto / el «ladrillo del destino» colocado dentro del molde / era realmente, el ladrillo sagrado de Eninnu
> (Gudea) . . . La cesta pura, el molde idóneo del ladrillo del destino / (los recogió para él) Eninnu; miel (y cerma portaba en un cubo), / con la cabeza ergida caminó; / Lagalkurdub iba delante, / Igalima le guiaba el pie, / Ningizzida, su dios, / le tenía asido por la mano
> Levantó la sagrada cesta, la acercó al molde; / Gudea metió barro en el molde

Los ejemplos que tenemos de estas figurillas representando a reyes portando la cesta del constructor son Gudea,[34] Urnamu y Amar-Sin de Ur.[35]

Menos comunes son las representaciones animales sobre clavos; hemos documentado un ejemplar en cobre procedente de Tello (h. 2120 a.C.) de que representa a un toro[36] y otro de una figurilla con cabeza de león y patas de rapaz.[37] En el Británico también existe algún ejemplar, concretamente procedente de Zerghul, en el reino de Lagash (h. 2130 a.C.).[38] En el mundo hurrita, en el que también encontraremos casos de clavos de fundación el tema animal era más frecuente.[39]

La tradición egipcia

Aunque con claras diferencias, esta tradición de colocar depósitos fundacionales con la finalidad mágica de asegurar la pervivencia de la obra en el tiempo estuvo presente en otras culturas orientales de la Antigüedad. En Egipto, la costumbre se extiende desde las Primeras Dinastías en el Imperio Antiguo hasta la época cristiana, por lo que son coetáneos a los mesopotámicos (que se remontan al tercer milenio a.C.); un recorrido por los Museos del Louvre, Británico, de Bagdad y especialmente por el de El Cairo, donde se conservan muchas y buenas colecciones, permitirá constatar que los ejemplos más interesantes corresponden al paréntesis que transcurre entre el Imperio Nuevo (concretamente desde la dinastía XVIII, momento en que se produce una diversificación tipológica) y la Época Saíta (s. II a.C.). El hecho de que fuera precisamente en la Dinastía XVIII cuando se acentuaron las relaciones comerciales y bélicas con el Oriente Mesopotámico puede hacernos pensar que este hábito en Egipto no se potenciara por generación espontánea sino como resultado de una proyección exterior adaptada a las formas, tipologías y necesidades constructivas del país y, por tanto, con las evidentes diferencias respecto a Mesopotamia ya referidas.

En la construcción egipcia —como también en la mesopotámica— la costumbre de introducir depósitos fundacionales en las cimentaciones se asociaba generalmente a los templos, emplazándose en los ángulos del conjunto o de alguna de sus partes (salas hipóstilas, patios, santuarios), bajo los pilonos o bajo los paramentos de los ejes axiales del templo. Sin embargo, también los encontramos en palacios (como en la Persia Aqueménide), en ciudades y fortalezas y en algunas tumbas reales; por ejemplo, en algunas tumbas del Valle de los Reyes de las dinastías XVIII y XX han aparecido excavados en la orografía pozos con depósitos fundacionales al comienzo de la entrada de acceso de los speos, bien uno a cada lado ambos lados de ella (incluso ocasionalmente más de uno) o bien uno en el centro de su eje axial, estando los pozos sellados con placas de caliza o simplemente rellenados de tierra.[40]

La presencia de los depósitos fundacionales en los templos obedecía a unas complejas ceremonias de iniciación de la construcción, frecuentemente representadas, que conllevaban en el tendido de la cuerda (*pedj-shes)* y, como rito principal, el replanteo de la obra, además de la purificación del solar, la excavación de la primera zanja de cimentación, el vertido de arena sobre la cimentación, el modelado del pri-

mer ladrillo o de los primeros ladrillos y, finalmente, el enterramiento de los depósitos fundacionales. En la imagen, recogida por Clarke y Engelbach (Clarke y Engelbach 1930, 61), aparece parte de la ceremonia correspondiente al Templo de Edfu, en la que el rey y el dios Saftkhet marcan los límites del templo, corta la primera cuerda, vierte semillas o granos de incienso en la zanja de cimentación y moldea el primer adobe.[41]

Los depósitos fundacionales se situaban dentro de un pozo cuyo diámetro, desde el Imperio Medio, cuando ya empiezan a hacerse mayores, oscila entre 1 y 2 metros; por ejemplo, el de la imagen, correspondiente al Templo de Hatshepsut en Deir er Bahari, es de catorce hiladas de ladrillo, un metro aproximadamente de diámetro y una profundidad que oscila entre 1,5 y 1,8 m. La disposición de las piezas del depósito no obedece a unas reglas fijas aunque Clarke y Engelbach apuntan la existencia de unas ciertas tendencias en cada época (Clarke y Engelbach 1930, 61).

También difieren en el material. En Egipto, los materiales de las piezas de los depósitos fundacionales suelen ser comunes (predominando la arcilla, la piedra, la fayenza y la madera) y raramente son de materiales costosos o excepcionales, contrariamente a lo que sucede en Mesopotamia. Otra importante diferencia es que los objetos fundacionales egipcios no suelen presentar inscripciones; cuando las tienen casi siempre corresponden a los Imperios Medio y Nuevo y consisten sólo en el nombre del faraón promotor de la obra y del dios titular (con la fórmula habitual de «el buen rey (nombre del rey), bajo (nombre de la divinidad), Señor de (nombre de la Ciudad o del Templo)», o bien, en figurillas y piezas cerámicas de la Dinastía XII, listados de los enemigos del reino Egipto a los que se derrotaba simbólicamente enterrándolos bajo la edificación.

En especial, se diferencian en las tipologías; aunque en ocasiones consisten sólo en animales sacrificados, por ejemplo cabezas de bueyes y gansos, estos depósitos pueden incluir una amplia variedad de elementos, acentuándose la diversidad tipológica a partir del Imperio Nuevo. Se disponen entre otros:

— Vajillas, vasijas y objetos de ajuar funerario y ritual (por ejemplo, vasos para ofrendas alimenticias) realizados en piedra o en fayenza. En algunos templos, todo el depósito fundacional es de cerámica rojiza común.
— Ofrendas alimenticias, generalmente, como sucede en las tumbas del Valle de los Reyes de las Dinastías 18 y 20, carne, verduras y vegetales.
Amuletos (entre ellos escarabeos).
— Placas votivas, inscritas con el nombre del faraón, por lo general realizadas en fayenza y esteatita. Estas placas proliferan a partir del Imperio Nuevo.[42]
— Collares de cuentas.
— Piezas a escala, a modo de pequeñas maquetas, de materiales de construcción y de herramientas y medios auxiliares.

Este último grupo de elementos es especialmente interesante. Entre los materiales, y pese a la envergadura determinante de la construcción monumental en piedra en Egipto frente al papel secundario del ladrillo en la construcción representativa, es mucho más frecuente la inclusión de ladrillos, e incluso de moldes de ladrillo realizados en madera, que de sillares.

La presencia de los ladrillos en estos depósitos, bien de dimensiones reales o a escala, cobra especial importancia a partir del Imperio Nuevo, momento en que éstos empiezan a proliferar, y abundan en especial a partir de la época tardía. Sin embargo, consta desde los primeros momentos; de hecho, uno de los ritos de la ceremonia de inicio de la construcción era, como también lo era en Mesopotamia, la elaboración en presencia de los dioses del primer ladrillo por parte del monarca; sin duda, en recuerdo de los orígenes de la construcción monumental en barro, contemporáneamente a la gestación de la mitología egipcia. Por ello no es extraño la presencia de moldes de ladrillo y de piezas en los depósitos.

Suelen estar inscritos, al coincidir su proliferación con la de las propias inscripciones. Se realizan en distintos materiales, desde barro como los del depósito de Deir el-Bahari,[43] fayenza y fayenza silicosa.

En general, el ladrillo tenía un valor simbólico y mágico más amplio para los egipcios y se vinculaba a otros rituales. Por ejemplo, conocemos por la literatura y por algún testimonio arqueológico de reciente aparición,[44] que durante el parto las mujeres apoyaban sus pies en sendos *ladrillos del nacimiento (birth brick),* en realidad adobes, persiguiendo con ello obtener la protección del dios Meskhenet, representado con forma de ladrillo y cabeza humana.

A partir del Imperio Nuevo, entre 1550 y 1079 a.C., el ladrillo pasó a formar parte de otro ritual, en este caso vinculado a la edificación constituyendo un tipo muy especial de ladrillos fundacionales, los llamados *ladrillos mágicos.* Consistían en cuatro piezas que se embutían en los paramentos de las tumbas para proteger al difunto de las fuerzas malignas y de los enemigos del dios Osiris, orientándolas a los puntos cardinales y próximos a los ángulos de la edificación y que se remataban con figuras de dioses o amuletos con finalidad apotropaica, que quedaban salientes en el paramento[45]. En las tumbas del Valle de los Reyes puede apreciarse el emplazamiento de éstos en los huecos quedados en los paramentos; concretamente, el *Thebban Mapping Proyect* ha detectado este recurso en doce de las tumbas excavadas en el Valle.

A partir del Imperio Medio, también se incluyen pequeños modelos de herramientas y medios auxiliares con los que se pretendía asegurar la conservación y la permanencia de la obra para la eternidad. Entre las herramientas se encuentran hachas, azuelas, rodillos, y herramientas como cinceles de cantero y albañil, escoplos o llanas de cobre.

Entre los medios auxiliares aparecen estaquillas de replanteo, trineos, cestas para transporte de material, moldes para fabricación del ladrillo, . . . La importancia de la piedra en la construcción monumental egipcia, quedando prácticamente relegado el uso del adobe a la edificación popular y a elementos secundarios de las construcciones monumentales, determinó la aparición en el Imperio Nuevo de esta tipología de material fundacional, insistiéndose en las operaciones de replanteo de la obra y en la complejidad y la envergadura del transporte de material pétreo, perviviendo sólo el recuerdo de la construcción monumental en barro en los moldes de ladrillo, que en cualquier caso, como ya hemos referido, se asocian a la ceremonia ritual de iniciación de la construcción.

Precisamente, la ausencia o presencia de herramientas y medios auxiliares concretos en estos depósitos fundacionales facilita las interpretaciones sobre los procesos constructivos y la ejecución; por ejemplo, gracias a las maquetas de trineos o balancines aparecidas en depósitos como el del hemiespeo de Deir er Bahari (de 23,9 cm) se ha podido corroborar su uso para el transporte de bloques si bien, al no existir ningún ejemplar original, se ignora sus dimensiones reales. Sin embargo, Clarke y Engelbach llamaban la atención sobre la ausencia en los depósitos fundacionales hallados hasta la fecha (1930) de maquetas de los barcos que debían emplearse para el transporte de la piedra a través del Nilo, a pesar de que se conocen cientos de dibujos, relieves y ejemplares de éstos (Clarke y Engelbach 1930, 44–45).

Haciendo un rápido recorrido cronológico y tipológico por los depósitos de cimentación egipcios podemos plantear la siguiente síntesis.

En el Imperio Antiguo los depósitos se limitaban a ofrendas de alimentos y vasijas de terracota, que se colocaban en pequeños pozos circulares.

Con el Imperio Medio, cuando además los pozos de depósito se hacían ya mayores, se incorporaron también maquetas de herramientas y adobes, muchas veces con inscripciones en su interior. Además, empiezan a proliferar los elementos inscritos; en tales casos, sólo incluían el nombre del faraón promotor de la obra y del dios al que se dedicaba. Estas inscripciones normalmente seguían la fórmula de «El buen rey (nombre del rey) tras (nombre del dios), Señor de (nombre de la Ciudad o del Templo)».

En el Imperio Nuevo, a partir de la Dinastía XVIII, se observan dos cambios, bien ejemplificados en el depósito del hemiespeo de Hatshepsut en Deir er Bahari, sin duda uno de los más interesantes y completos. El primero, una mayor diversidad de objetos, pues a los ya habituales (ofrendas alimenticias, vasijas cerámicas, maquetas de herramientas) se añaden también pequeñas vasijas y jarras, collares de cuentas y plaquetas de fayenza y esteatita. El segundo, la utilización de materiales muy diversos (oro, plata, cobre, bronce, plomo, cerámica, fayenza, lapislázuli, esteatita, calcita, alabastro, yeso, gres, granito, coralina, cuarcita, . . .) existiendo normalmente una relación entre la tipología y forma del objeto y el material; por ejemplo, las jarras suelen ser de alabastro; la vajilla común de cerámica[46] y cestería; los botes de ungüentos y aceites perfumados de calcita y a menudo están inscritos con el nombre de quien lo consagra y con el contenido representado; las maquetas de herramientas son de caña, madera, metal (cobre y bronce) y piedra, habiéndose encontrado incluso de fayenza; las plaquetas, que suelen llevar el nombre del propietario, son normalmente de piedra y fayenza.

El más representativo de los depósitos fundacionales del Imperio Nuevo es el del templo de Deir el-Bahari del reinado de Hatshepsut (Dinastía XVIII) fechado entre 1479 y 1457 a.C., del que se conservan

algunas piezas en el Museo del Louvre.[47] Está integrado por ofrendas alimenticias, escarabajos, amuletos, jarras de travertino, materiales de construcción (como ladrillos inscritos y moldes de ladrillo y maquetas de herramientas de cantería de cobre (algunas como los mazos, con mango de madera), maquetas de materiales de replanteo (por ejemplo, «estaquillas de replanteo») y de medios auxiliares como balancines para transporte de bloques pétreos y como las que se aprecian en la imagen.

En el Periodo Ramesida, durante la dinastía XIX, se observa un importante cambio; el número de objetos se incrementa y pero el tipo de depósito se hace más uniforme; normalmente son muchas piezas pequeñas de piedra y, generalmente de fayenza, con largas inscripciones, como las que se encuentran en el templo mortuorio de Tausret, Nebunnef o Merenptah.

En el Tercer Periodo Intermedio se emplean pequeñas placas de cobre, bronce o fayenza y modelos de vasijas cerámicas; de este periodo no existen muchos ejemplares aunque los de Tanis son muy conocidos.

En la Época Tardía son piezas inscritas en miniatura de piedra y metal (modelos de ladrillos, plaquetas, vasijas cerámicas, . . .), lo que se mantiene en la etapa ptolomaica como se evidencia depósitos que se conservan en el Museo del Louvre.[48] En el periodo griego la influencia helénica se hace patente en la aparición de inscripciones bilingües en las piezas.

Lista de referencias

Blanco Freijeiro, Antonio. 1972. *Arte Antiguo de Asia Anterior.* Universidad de Sevilla.

British Museum 1922. *A guide to the Babylonian an Asirían antiquities*, 3rd. Ed. London: British Museum.

Buren, E. Douglas Van. 1930. *Clay Figurines of Babylonia and Assyria.* New Haven: Yale University Press.

Buren, E. Douglas Van. 1931. *Foundation figurines and offerings.* Berlin: Hans Schoetz et Cie.

Campbell, James W. P. y Will Pryce. 2004. *Ladrillo. Historia Universal*, 22–37. Blume.

Clarke, Somers and R. Engelbach. [1930] 1990. *Ancient Egyptian construction and architecture.* 45, 60 y 94. Oxford: Oxford University Press.

Carter, T. H. 1962. *Studies in Kassite History and Archeology.* Ann Arbor: Univerity Microfilms Intern.

Córdoba Zoilo, Joaquín. 1986. La aventura de los casitas. *Koiné.* Revista del Patrimonio Histórico, 5: 23–36.

Davey, Norman. 1967. *Historia de la Construcción.* Barcelona: Jano.

Delougaz, P. 1933. *Planoconvex Bricks and the Method of their Employment.* Chicago.

Dossin, Georges. 1955. L´inscription de fondation de Lahdun-Lim, roi de Mari. *Syria,* 22: 1–28.

Frankfort, Henry. 1982. *Arte y Arquitectura del Oriente Antiguo.* Madrid: Manuales de Arte Cátedra.

Graciani García, Amparo. 1992. *Mesopotamia. Problemática y consideraciones generales para un estudio de la construcción.* Universidad de Sevilla.

Ghirshman, Roman. 1964. *Persia. Protoiranios. Medos. Aqueménidas.* Colección El Universo de las Formas. Madrid: Aguilar.

Lara Peinado, Federico. ed. 1996. Himno al Templo Eninnu, Cilindros A y B de Gudea. Madrid

Marzahan, Joachim. 1992. *The Isthar Gate. The Processional Way. The New Year Festival of Babylon.* Staatliche Museen zu Berlin. Vorderasiatisches Museum.

Parrot, André. 1969. *Sumer.* Colección El Universo de las Formas. 4ª ed. Madrid: Aguilar.

Parrot, André. 1970. *Assur.* Colección El Universo de las Formas. 3ª ed. Madrid: Aguilar.

Porter, Robert Ker. 1821–22. *Travels in Georgia, Persia, Armenia, ancient Babylonia during the years 1817–1818, 1819 and 1820,* 2 vols. London.

Roaf, Michael. 2000. *Atlas cultural de Mesopotamia y el Antiguo Oriente Medio.* Barcelona: Óptima (ed. Esp.).

Ruiz de la Rosa, José Antonio. 1987. *Traza y Simetría de la Arquitectura. En la Antigüedad y el Medievo.* 38–42 y 48. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.

Shaw, Ian; Nicholson, Paul. 1995. *The Dictionary of Ancient Egypt.* Harry N. Abrams, Inc., Publishers.

Shaw, Ian. 2000. *The Oxford History of Ancient Egypt.* Press.

Thureau-Dangin, F. 1921. Numération et Métrologie Sumériennes. *Reveu d´Assyr. et d´Arch. Orientale,* vol. 18, vol. 3: 123–142.

Wilkinson, Richard H. 2000. *The Complete Temples of Ancient Egypt.* Thames and Hudson, Ltd.

Woolley, Leonard C. 1953. *Ur, la ciudad de los caldeos.* México: Fondo de Cultura Económica.

Yarza Luaces, Joaquín. 1997. Fuentes de la Historia del Arte I. En *Historia 16, Conocer el Arte*, 21. Madrid.

Abreviaturas

M.L.P. (Fr.). Museo del Louvre. París (Francia). A.O (Département des Antiquités orientales)

B.M. L. (G.B.) British Museum. Londres (Gran Bretaña). ANE (Department of Ancient Near East).

NOTAS

1. M.L.P. (Fr.). MNB 1511, MNB 1512.
2. Transcrito de Yarza Luaces (Yarza 1997, 39–40) quien comenta el contenido del Himno apoyándose en la edición de Lara Peinado (1996), una de las muchas que se han realizado.
3. ML. P. (Fr.) AO 21.815.
4. M.L, P (Fr.) AO 31.553.
5. ML. P. (Fr.) AO 10.620.
6. ML, P. (Fr.) AO 27.586.
7. Los ejemplares más antiguos que hemos localizado corresponden a este periodo (ML, P. (Fr.) AO 22.246, AO18.465, AO 18.466, AO 18.467, AO 18.468, AO 18.469, AO 19.500).
8. ML, P. (Fr.) AO 19.937 y 19.938.
9. Tableta de fundación de Amar-Sin, rey de Ur, dedicada a la diosa de la luna, Nanna, (h. 2040 a.C.) M.L, P (Fr.) AO 3.143; Tableta de fundación de Shulgi, rey de Ur, dedicada a la diosa Nansh, procedente de Tello. M.L, P (Fr.) MNB 3.163.
10. Cifr. nota 7.
11. M.L, P (Fr.) AO 22.246. Mide 4,5 cm (h.), 3,10 cm (l.) y 1,60 cm (gr.)
12. Cfr. nota 9. La procedente de Tello mide 9,30 cm (h.), 6,30 cm (l.) y 1,60 cm (gr.) M.L, P (Fr.) MNB 3.163.
13. ML, P. (Fr.) AO 4.628.
14. M.L. P. (Fr.) NIII 3.156. Reinado de Sargón II (706 a.C.). Terracota.
15. No son las únicas. Otro ejemplo, del mismo Museo (h. 2500 a.C.) es: M.L, P (Fr.) AO 2.784.
16. M.L, P (Fr.) AO 2.677.
17. M.L, P (Fr.) AO 24.414.
18. M.L, P (Fr.) MNB 1.375.
19. M.L, P (Fr.) AO 3.003 bis, AO 3.005. Tableta procedente del templo de la diosa Ninisina.
20. M.L, P (Fr.) AO 4.412. Procedente de un templo de la diosa Nanaia.
21. M.L, P (Fr.) NIII 3.489.
22. M.L, P (Fr.) MNB 1.847.
23. Tabla de fundación procedente del templo de la diosa Ninegal por Simat-esthar, esposa de Rîm-Sîn, rey de Larsa. M.L, P (Fr.) AO 17.599.
24. M.L, P (Fr.) AO 19.933, AO 21.371.
25. M.L, P (Fr.) AO 24.409. Procedente del Templo de Isthar en Mari.
26. Procedentes del templo de Grisú (Tello). Sus inscripciones están advocadas a distintas divinidades. (M.L, P (Fr.) Ningirsu (AO 472, AO 515), Baú (AO 20.891), Igalim (AO 468), Gatumdu (AO 461), Nindara (AC 453) y Nergal (AO 715). Long. 21,30 cm; diám. 9,10 cm.
27. M.L, P (Fr.) AO 6.612. Terracota. Procedente del palacio real.
28. M.L, P (Fr.) AO 3.277. Terracota;
29. M.L, P (Fr.) AO 3.004. Época de Entemena de Lagash (h. 2400 a.C.) hallada en Tello. Altura: 27 cm y Diámetro: 12,70 cm. Terracota; M.L, P (Fr.) AO 472, AO 515, AO 20.891, AO 468, AO 461, AO 453, AO 715. Época de Gudea de Lagash (2120 a.C.) halladas en Tello. Altura: 21,30 cm y Diámetro 12,70 cm.
30. Figurillas de fundación del templo de Girsu (Tello). Cobre. Dinastías arcaicas II. (h. 2700–2.600 a.C.) M.L, P (Fr.) AO 319, AO 3.870, AO 3.871.
31. M.L., P. (Fr.), AO 2.351, AO 294. Cobre.
32. Por ejemplo los ejemplares de terracota N 8.282 y N 8.283 con las siguientes medidas, respectivamente: altura 23 cm y 23,60 cm; longitud 10,30 cm y 8,90 cm; Prof. 4,30 cm y 5,80.
33. M.L., P. (Fr.), AO 311. Cobre. Procede de Tello (h. 2130 a.C.).
34. M.L, P (Fr.) AO 258. Procedente de Tello. Cobre (h. 2120 a.C.). h. 24,40 cm; l. 7,20 cm.
35. M.L, P (Fr.) AO 3.142. Cobre (h. 2040 a.C.). Dedicado por Gudea a Inanna; tiene 22 cm de altura, 10,80 cm de l y 4,30 cm de Pr.
36. M.L, P (Fr.) AO 1.374. h.: 22 cm; l: 10,80 cm; gr. 4,30 cm dedicado por Gudea a la diosa Inanna.
37. M.L, P (Fr.) N 8.287.
38. M.B.L. (G.B.) ANE 135.993.
39. M.B.L. (G.B.) AO 19.937 y AO 19.938. Documento de fundación hurrita. Finales del II milenio a.C. Dedicado al dios Nergal por Tishatal, príncipe de Urkish. Piedra caliza y cobre.
40. Estos depósitos han sido analizados por el TMP (*Theban Mapping Project),* creado en 1978 con la finalidad de generar una base de datos arqueológica de Thebas y que actualmente dirige Kent R. Weeks.
41. Imagen extraída de Rochemonteix-Chassinat, *Le Temple d´Edfou,* PL. XI.
42. Por poner algún ejemplo: M.L.P. (Fr.). E 26.929. Plaqueta de fundación de fayenza silicosa procedente del depósito de fundación de un templo de la Isla de Sai (Nubia) del reinado de Tutmés III (Dinastía 18, 1479–1425 a.C.).
43. M.L, P (Fr.). E 1.877.
44. En el verano de 2001 los arqueólogos del Museo de la Universidad de Pennsylvania, en las excavaciones dirigidas por el Dr. Josef Wegner, hallaron el primer ejemplar de estos ladrillos de uso tan especial en la tumba de la Dinastía XIII correspondiente a la noble Renseneb en las afueras de Abydos; aunque sólo se localizó una pieza, serían dos. Ésta aparece ornamentada con la imagen de la madre, sosteniendo al hijo y acompañada por diversas mujeres y por la diosa Hathor, asociada a los nacimientos y a la maternidad.
45. En el B.M se conservan los cuatro ladrillos mágicos de la tumba de Henutmehyt en Tebas, correspondientes a

la Dinastía XIX (h. 1290 a.C., M.B.L.(G.B.). EA 41.544). El ladrillo de la pared Oeste contiene un pilar *(djed)* realizado en fayenza que representa la columna vertebral de Osiris como amuleto que aseguraba estabilidad y permanencia. El del lado Este estaba rematado por una figura del dios chacal, Anubis, que presidía los procesos de momificación y era el protector de los cementerios. La figura funeraria del ladrillo de la pared Norte se identifica con un *shabti*; los *shabti* con pequeñas figuras de personas que llevan a cabo tareas encomendadas por los dioses en memoria del difunto y que las acompañan en la vida de ultratumba. En este caso, por la inscripción se sabe que desarrollaba tareas agrícolas. El ladrillo de la pared sur contenía un junco para mantener una antorcha ardiendo.

46. Por ejemplo, en el depósito de fundación del templo de Sai (Nubia) del reinado de Tutmés III (1479–1425 a.C. Dinastía XVIII) conservado en el Louvre (M.L.P. (Fr.) E. 26.929–E 27.044), abundan las vajillas de barro.
47. M.L, P (Fr.) N 650, N 808, N 2.253, N 791, N 658, N 790, AF 9.465, E 1.877, E 1.878.
48. En el Museo del Louvre se conservan dos interesantes depósitos ptolomaicos del siglo III a.C. El más antiguo, del reinado de Ptolomeo III (246–222 a.C.) correspondiente al Templo de Médamoud, está constituido por muelas, morteros, ladrillos de fundación y plaquetas, siendo las piezas de materiales diversos (yeso, gres, granito, bronce, coralina y fayenza (M.L, P (Fr.). E 15.374, E 15.375, E 15.376, E 15.377, E 15.378, E 15.379, E 15.380, E 15.381). El segundo, del reinado de Ptolomeo IV (222–205 a.C.), pertenece al templo de Mout y Khonsou en Tanis; contiene piezas de materiales diversos (oro, fayenza silicosa, terracota, cuarcita, lapislázuli, alabastro, plata, cobre, plomo, hierro); en el Museo se conservan más de treinta piezas (M.L, P (Fr.). E 17.462–17.494.

Una aproximación a las fábricas de albañilería en ladrillo en la construcción mesopotámica. El descubrimiento de la adherencia y la traba

Amparo Graciani García

La historia del ladrillo se confunde con la de la propia fábrica de ladrillo que no es más que una manifestación concreta de la Albañilería; de hecho, los ejemplos más tempranos de utilización del material son prácticamente coetáneos a los primeros avances en la técnica de unión de las piezas para constituir, tras una «radical, sorprendente y genial mutación» (Herrero 1994, 14), elementos constructivos, con sus características propias; una circunstancia ésta que no es de extrañar dada la simpleza de las ideas en las que se basa la Albañilería, «enlazar y unir los materiales de que usa» (Villanueva 1827, 3).

Las ideas existen, siempre han existido; los conceptos son resultado de una abstracción a partir de la realidad, en este caso, el proceso constructivo. El objeto de estas páginas es precisamente analizar cómo ya en la construcción mesopotámica existieron dos ideas muy simples, la trabazón y la adherencia; plantearemos además algunas notas sobre los cuatro factores que entendemos necesario considerar a la hora de plantear una evolución de la fábrica de albañilería en ladrillo. De un lado, los tipos de hiladas, no sólo en base al concepto actual de hilada, es decir la disposición de los ladrillos asentados sobre una misma superficie, sino también en cuanto a la relación de éstas con el haz o paramento de la fábrica. En segundo lugar, las juntas, por las variaciones producidas en el espesor y por las novedades en el acabado conforme la fábrica vista va cobrando su propia personalidad. Como tercer factor, los tipos de fábrica, a las que por operatividad aplicaremos la denominación actual, de claro abolengo nacionalista, en uso desde el siglo XIX. Finalmente, la diversa organización constructiva de los muros resistentes, que permitirá distinguir los diferentes tipos de muros de una hoja (aparejado, verdugado, o apilastrado) de los de dos (doblados y capuchinos).

Según estos cuatro aspectos, en líneas generales, se podrían establecer tres grandes fases en la evolución histórica de la fábrica de ladrillo. Un primer momento, el de sus orígenes, en el que se sientan las bases y se determinan los principios básicos; es en él, cuando los constructores mesopotámicos, acostumbrados al uso de la arcilla como material de construcción básico, irán planteándose los objetivos de sus fábricas hasta la consecución de unos logros, hoy considerados de tal simpleza, como son la trabazón o la adherencia. Pero será en el mundo clásico, especialmente con la civilización romana cuando se produzcan importantes aportaciones que, prácticamente, no encontrarán parangón hasta las que se gestan con el nacimiento de la Contemporaneidad. Esta etapa inicial se verá seguida por un período de continuidad, en el que —globalmente— se mantendrán las soluciones anteriores con algunas aportaciones aisladas en ciertas escuelas del románico —y en menor grado, del gótico— europeo y en el mundo musulmán. La gran revolución se producirá en la época contemporánea, en la que las novedades estarán basadas en una mayor riqueza formal de la fábrica de ladrillo y en la popularización del material.

Este trabajo se centra en el arranque del proceso, en los precedentes mesopotámicos, y pretende establecer una evolución sistemática de los objetivos que se plantean los constructores del momento y la progresiva consecución de sus logros, exponiendo el descubrimiento de la idea de traba en la simplicidad de las fábricas mesopotámicas. Los constructores del Neolítico Mesopotámico evidenciaron ya poseer, al menos intuitivamente, los dos conceptos, adherencia y trabazón, sobre los que se cimienta la albañilería. Sin embargo, será en el Calcolítico (Periodo de El Obed, 5000–3500 a.C.), en especial cuando en la Época Protohistórica (de Uruk, 5000–3500 a.C.) generarían sus primeras manifestaciones de interés, sobre las cuales ya sólo habrá variaciones a lo largo de la restante Historia constructiva de la zona.

Los conceptos básicos. Adherencia y traba

La adherencia

Ya entre los mesopotámicos neolíticos existía el concepto de *adherencia*, es decir que los materiales que conforman la fábrica requieren no sólo enlazarse (la *trabazón-traba*) sino también estar unidos entre sí. De hecho, utilizaron el mortero cuando, coetáneamente, en fábricas de albañilería pétrea (por ejemplo, en las pirámides de Egipto) se recurría a la unión a hueso, confiriendo la adherencia a la perfecta labra de la sillería y sólo utilizando mortero para favorecer el deslizamiento de los bloques al evitar el rozamiento. Si bien en el Próximo Oriente está constatado el uso de la cal desde 6000 a.C. (Catal Húyük, en Anatolia), su uso inicial parece que fue en pavimentos, revestimientos y emplastos sobre máscaras. Sin embargo, por la manejabilidad y abundancia de arcilla, es probable que, los primeros morteros empleados por el hombre estuvieran fabricados a base de materiales arcillosos (Álvarez, Martín y García 1995, 52–59); por ejemplo, el mortero usado en Catal Huyuk para la construcción de paredes era de tierra, de un color negro y rico en cenizas y restos de huesos, no existiendo aún por tanto un auténtico conglomerante.

Si bien en esta fase inicial se confiaría la adherencia al empleo del barro, desde la Protohistoria (V milenio a.C.) el uso del betún está constatado aprovechando sus propiedades impermeabilizantes y su capacidad de adherencia. En realidad, se empleaba no sólo como mortero de agarre, sino también como mortero de revestimiento, aprovechando además los contrastes cromáticos con las superficies encaladas como se hiciera en las pilastras y nichos del patio principal del Templo de Ninni Zaza, en Mari. Como indicaba Estrabón, milenios después, en la región abunda esta material tanto en su variante líquida (*napha*) como sólida:

> Babilonia produce grandes cantidades de asfalto, de acuerdo con lo que Eratóstenes manifiesta, que la especie líquida, llamada napha, se halla en Susa (Irán), pero la seca que puede ser solidificada, en Babilonia. Hay una fuente de este mismo asfalto cerca del Eúfrates (en Hit), y cuando este río se encuentra en su crecida, en la época de la fusión de las nieves, la fuente de asfalto es colmada y se desborda en el río, y los grandes coágulos que se forman son adecuados para las construcciones de ladrillos cocidos. Otros escritores dicen que la especie líquida se encuentra también en Babilonia. Confirman en particular la gran cantidad de la clase seca en la construcción de los edificios, pero también dicen que las embarcaciones tejidas con cañas y revocadas con asfalto son impermeables al agua (Estrabón XVI, 743).

A Herodoto le llamaba profundamente la atención la gran cantidad de betún producida en la zona y, al igual que Estrabón, comentaba que la ciudad de Hit era la principal fuente de aprovisionamiento de Babilonia:

> Hay otra ciudad llamada Is (Hit) a ocho días de viaje de Babilonia, donde fluye un pequeño río, llamado asimismo Is, el cual es tributario del Eúfrates; y del manantial de este río brotan con el agua muchas gotas de betún, el cual se trajo de allí para la muralla de Babilonia (Herodoto I, 179).

> Aunque las vistas en Babilonia son muchas y singulares, no es la menos maravillosa la enorme cantidad de betún que produce el país; tan grande es la reserva de éste que no solamente basta para sus edificios, que son numerosos y grandes, sino que para la gente común también, reuniéndose en el lugar, la utilizan sin ningún tipo de restricción y secándola la queman en lugar de combustible. Pese a la gran cantidad de hombres que la utilizan, la cantidad permanece sin disminuir, como si procediese de varias inmensas fuentes. Además, cerca de estas fuentes hay un agujero respiradero de no gran tamaño pero remarcable porque emite un vapor muy denso y sulfuroso que trae la muerte a toda criatura viviente que se le acerca, y se encuentra con un final rápido y extraño.[1]

Hasta que en época de Nabucodonosor se generalizara su uso a gran escala, el betún en estado puro sólo se emplearía como argamasa en hiladas de arranques de los muros, en superficies expuestas a la humedad —como los pavimentos de los patios— y cuando se trataba de obras significativas como la Torre de Babel.[2]

Salvo en tales casos, mayoritariamente se optaba por un mortero de barro, muy pobre, con una dosificación aproximada de un 25% de betún. Sin embargo, en el periodo asirio, se emplearía una mayor variedad de morteros, introduciéndose el mortero de cal, con arena y calizas triturada; este cambio puede vincularse a la existencia de algunas canteras, aunque escasas, en la región Norte de Mesopotamia, Asiria, donde se realizan las principales manifestaciones constructivas del periodo. Se desconoce la razón pero lo cierto es que, tras el reinado de Nabucodonosor, el betún entra en desuso, prefiriéndose una argamasa bien solo de cal, por ejemplo, en Nimrud, o combinada ésta con cenizas, como en Mugheir. Luego los aqueménidas volverán a usar el mortero de barro.

Pero los mesopotámicos no sólo confiaron la adherencia al empleo del mortero; con objeto de favorecer su adherencia, practicaron incisiones o estrías verticales con los dedos en los adobes recién moldeados, y lo hicieron tanto en las fábricas de muros como al construir arcos, especialmente cuando se levantaban no mediante el procedimiento conocido como «arco radial» sino por «ladrillo montado», sin duda porque según este método las condiciones de la adherencia de la bóveda se veían mermadas (Vas Beek 1987). Las manifestaciones más tempranas de estas impresiones digitales corresponden al neolítico Precerámico B, con motivos en espina de pez; posteriormente, sería habitual en la cultura de Samarra. (6300 a.C., centro de Irak) y durante el periodo de El Obaid (5900 a. C, Mesopotamia), por ejemplo en el asentamiento de Tell Awayli (Roaf 2000, 50).

La trabazón

El problema de la trabazón debió ya de preocupar a los primeros constructores neolíticos; aunque en este periodo se establecen las bases de la traba, en los posteriores los muros experimentarán una doble evolución, según la disposición de las hiladas de haces de paramento y en cuanto a su espesor.

Las soluciones en la disposición de las hiladas de haces de paramento fueron generalmente bastante simples: la pieza tenderá a asentarse por tabla, es decir, con su cara de mayor superficie perpendicular a los esfuerzos de compresión que solicitan a la fábrica. Sin embargo, puntualmente se combinan con hiladas a sardinel en las que el ladrillo se coloca horizontalmente en el muro sobre su canto, quedando a la vista la testa paralela al muro.; en el Protodinástico (2800–2320 a.C.) se utilizan hiladas triscadas a sardinel de sogas de ladrillos planoconvexos y en la época cassita o mesobabilónica (1535–s. XII a.C.) hiladas a sardinel de sogas. En cualquier caso, la organización tabicada, en las que se confería a los ladrillos otra postura respecto a los esfuerzos, no es infrecuente en Mesopotamia; de hecho, se utiliza desde el Protodinástico, pero sólo en la construcción de algunos arcos y bóvedas.

La evolución de los muros en la Historia constructiva de Mesopotamia no sólo implica unos cambios en los tipos de hiladas sino también en el espesor de la fábrica. Desde el Calcolítico y especialmente desde el Protohistórico (época de Uruk, 3500–2800 a.C.) se observa un incremento progresivo, con relación al Neolítico, cuando el espesor de los primeros muros de adobe, como mejora ante el agrietamiento de los muros de barro apisonado, se limitaba al tizón de la propia pieza de barro, lo que hoy denominaríamos «muros de medio pie», y se constituía mediante hiladas corridas de soga, es decir, presentando al haz o cara del paramento el largo del ladrillo; así, se dispusieron los adobes rectangulares de 60 cm de soga del yacimiento de 6300 a.C. Tell al Tell al-Sawwan (junto al Tigris), o en las famosas casas-templo neolíticas de Çatal Huyuk, en Anatolia (Asia Menor). En estas construcciones neolíticas se evita ya la continuidad de las llagas, la que será la regla base de la trabazón; intuitivamente, se pretendería que la superficie de contacto entre las diversas piezas se hiciera lo más complicada posible, con objeto de evitar que se dislocaran por la presencia de esfuerzos de tracción que superaran la adherencia entre éstas (Cassinello 1966, 17). Aún distaba mucho el considerar la conveniencia de disponer el mayor número de hiladas entre dos llagas de una misma vertical. Pese a este avance, no obstante, evidentemente, en estas fábricas las hiladas no están dispuestas regularmente, por lo que resultaban carentes de un aparejo constante. Se evita la fábrica de un pie; sin duda, más com-

plejo que realizar entramados mixtos como los pioneros de las referidas viviendas de Çatal Huyuk (Blanco 1972, 23).

Es en el Calcolítico, Época de El Obed (V milenio a.C.) cuando se abandonan los muros de medio asta; el refuerzo de los muros se realiza en un primer momento incorporando contrafuertes de adobe que generan los primeros muros apilastrados y aparejados de la Historia de la Construcción, e inmediatamente (ya en pleno V milenio), aumentando el espesor. Podemos observar este doble proceso en la estratigrafía de los templos de Eridú (Abu Shahrein) ciudad sumeria del sur de la región, considerada en la época la ciudad más vieja del mundo, la primera de las cinco edificadas antes del Diluvio, la que según el Génesis «el hombre levantó cuando aún todas las tierras eran mar». En los templos más antiguos (XVIII, XVII, XVI, XI y IX) los muros, construidos con adobes de 46 ´ 26 ´ 8 cm, seguían siendo de medio asta (enlucidos, su espesor no superaba los 50 cm) pero estaban ya reforzados con contrafuertes internos, generando muros apilastrados (Frankfort 1982, 19; Parrot 1969, 52).

En el templo VIII de Eridú, se constata ya un aumento del espesor de los paramentos, iniciando un proceso que continuará en los templos VII y VI (de la fase terminal de El Obeid), los cuales ya aparecen suficientemente compactados. Especialmente interesante es el Templo VII, en el que, simultáneamente a otras importantes transformaciones en planta, los apilastrados se complican en exceso, generando entrantes y salientes en el muro y contrastes lumínicos que animan la monotonía de las superficies de adobe y en el que el espesor de los paramentos oscila ya entre unos 0,8 m en los tramos rectos y 2 m en los ángulos de los apilastrados. Estos apilastrados se convertirán en un elemento característico de la construcción religiosa mesopotámica, hasta la época helenística, «transformándose un recurso funcional en una forma artística» (Frankfort 1982, 19). Esta doble evolución no sólo se aprecia en el Sur; aunque a menor escala (Parrot 1982, 54) al Norte, en Tepe Gawra, en el nivel XIII, observamos un incremento del espesor de paramento, apareciendo también los muros apilastrados, estando emplazados los contrafuertes, según Frankfort, donde habrían de apoyar sobre el muro las vigas de la cubierta interior. El mismo autor, justifica las diferencias con el templo de Eridu VII por tratarse de ser una obra «bastante indecisa y experimental» (Frankfort 1982, 19). El sistema apilastrado se mantendrá en el Templo Blanco de Warka, la Uruk bíblica, cuyo muro exterior presenta numerosos entrantes y salientes, reforzado por cortas vigas redondas entre los contrafuertes .

Este proceso culminará en la época de Uruk (3500–2800 a.C.), cuando el espesor de los muros será tal que llegarán a albergar nichos e incluso estancias. Así, por ejemplo, el templo de Uruk, que obedece a sucesivas reconstrucciones y cuyos restos fueron soterrados en diferentes épocas, el templo, en el D, el espesor de los muros es tal que pueden albergar estancias comunicadas con las capillas laterales o accesibles desde fuera, y a intervalos regulares penetran en los muros profundos nichos de planta cruciforme. En cualquier caso, hay que considerar que se trata del templo mesopotámico con las fachadas exteriores más animadas (Blanco 1972, 52 ss; Parrot 1969, 66). Las murallas de Uruk (Protodinástico II) tendrían entre 4 y 5 m de espesor (y 5 m de altura y 9 km de trazado) y el Templo Blanco entre 1,5 m y 2,5 m (Parrot 1969, 68).

Este proceso de engrosamiento de las fábricas, así como la costumbre de realizar nichos mediante apilastrados y encalarlos, se va a mantener hasta el final de la Historia de Mesopotamia y posteriormente hasta el Helenismo. En la tabla 1 recogemos los espesores máximos y mínimos de algunos edificios significativos de las distintas etapas, sintetizados a partir de distintas planimetrías recogida por Frankfort (Frankfort 1982); se observan evidentes diferencias en función de las necesidades estructurales y la tipología funcional de cada edificio.

Quizás por las dificultades de llevar a cabo una ordenación repetitiva en todo el espesor de la fábrica, ante el excesivo engrosamiento de sus estructuras verticales, para obtener una unidad constructiva que garantizara su solidez y resistencia más allá de la trabazón de las piezas que las conformaban, dada la mala calidad del material, los constructores mesopotámicos intercalaban elementos vegetales autóctonos para reforzarlas, especialmente carrizo y en menor medida hoja de palmera, que convertían a éstas en los precedentes más antiguos de las hoy conocidas como *fábricas armadas*; el carrizo ó *phragmites communis* es una gramínea que crece en las riberas cenagosas del Tigris y del Eúfrates que, además de abundar en la región, era imputrescible y capaz de desafiar al tiempo por lo que aún quedan restos de tales armados en los alzados conservados.

Época	Edificio	Esp. Mn. aprox.	Esp. Mx. aprox
El Obed	Eridu templos XVIII, XVII, XVI, XI y IX	0,50 m	¿?
	Eridu templo VII	0,80 m.	±2 m.
	Tepe Gawra templo XIII	0,50 m	0,80 m.
Uruk	Uruk (Warka), Templo Blanco	1,5 m.	2,5 m.
	Uruk (Warka), Murallas	4 m.	5 m.
Neosumeria	Tell Asmar, templo de Gimilsin	1,5 m.	3 m.
	Eshnunna, Pal. de los Gobernantes	0,5 m.	0,5 m.
	Asur, templo E	1,5 m.	2,5 m.
	Ur, viviendas	4 m.	4 m.
Cassita	Warka, templo	2 m.	4,5 m.
Asiria	Asur, templo de Isthar	3 m.	9 m.
	Jorsabad (Dur Sharrukin), murallas	20 m.	20 m.
	Arlan Tash, Palacio	2 m.	4 m.
Neobabilónica	Babillonia, Avenida Procesional	7 m.	(esp. med.)

Tabla 1
Espesores máximos y mínimos de algunas construcciones mesopotámicas por etapas históricas (A. Graciani)

El uso de estos elementos vegetales, bien ejemplificado en el zigurat de Dur-Kurigalzu, era doble. Por una parte, se utilizaban sogas de esteras de grosor variable (en Dur Kurigalzu de unos 10 cm de diámetro) que atravesaban las construcciones de lado a lado. También, para soportar la aparición de los esfuerzos de tracción, se alternaba un lecho de esteras de carrizos (ocasionalmente de hojas de palmeras entretejidas) cubierto por una capa de barro bituminoso, con témpanos de adobes trabados con mortero de barro, conformados tales témpanos por un número regular de hiladas, generalmente ocho o nueve (Córdoba Zoilo 1986, 30).

Los aparejos

Finalizaremos esta comunicación, ofreciendo algunas soluciones para aparejar fábricas correspondientes a diferentes momentos de la Historia de Mesopotamia. Utilizando la definición de «aparejo» como «modo de ordenar la hiladas de una fábrica para que, solapados los ladrillos en todos los sentidos, éstos formen una unidad constructiva, garantizando la resistencia de la fábrica y otorgando, además, variedad, ritmo y calidad artística a sus paramentos» (Herrero 1994, 48), veremos cómo en algunos de los ejemplos, sobre todo de fases preliminares como el Protodinástico, la ordenación no llega a constituirse en aparejo porque lo existe un pleno solape de las piezas sino por el contrario continuidad en las juntas. En muchos casos las combinaciones no se corresponden a los tipos hoy habituales; de hecho, como indicaba este autor, se pueden realizar combinaciones múltiples en cuanto a los tipos de hiladas básicas, la frecuencia de repetición de cada hilada básica y la posición de cada hilada básica respecto a la precedente de su tipo (posición relativa).

Aparejos en hiladas por tabla

Los muros de fábrica mesopotámicos y los revestimientos en ladrillo cocido y vidriado de época asiria (y fundamentalmente de la neobabilónica) se construían generalmente en hiladas por tabla con abundancia de sogas en paramentos y disposiciones a «matajuntas» o juntas encontradas. En cualquier caso, hay ejemplos como los que comentaremos posteriormente en los que se recurre al aparejo de tizones.

La utilización de la fábrica a sogas es intrínseca a la aparición de la albañilería en ladrillo. En las primeras construcciones neolíticas los adobes se dispo-

nían a soga, es decir, en fábricas de medio pie, único espesor en el que puede realizarse este tipo de aparejo. Sin embargo, no se trataba de un aparejo como tal porque los muros carecían de una frecuencia de repetición constante y de una posición relativa definida ya que el solape de una pieza a otra iba variando ya no por su desigual tamaño sino por la inexperta y despreocupada ejecución de la fábrica. En cualquier caso, la existencia de un aparejo carecería de cualquier función estética en tanto el ladrillo no quedaba visto sino que el muro se revestía con una capa de mortero.

Una vez que empiezan a proliferar los espesores de fábrica, se genera una variante de aparejo de sogas que se va a difundir en toda Mesopotamia y que la empezamos a ver en el Protodinástico, en fábricas de espesor mayor a tres pies y que va a aparecer en todo tipo de fábricas extendiéndose coetáneamente incluso a la región elamita la encontramos por ejemplo en el zigurat de Choga Zambil en Susa.

La idea inicial de este tipo de fábrica consiste en utilizar un núcleo interior en damero en el espesor

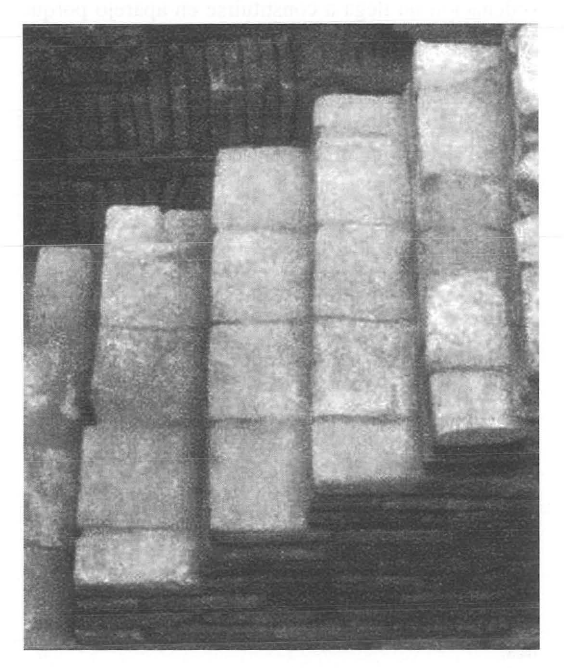


Figura 1
Fábrica de cuatro pies de la escalera del Hipogeo de Shulgi en Ur (Parrot 1969, 203 fig. 30)

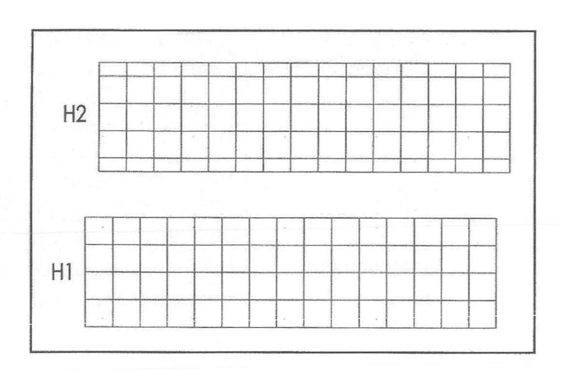


Figura 2
Hiladas básicas y fábrica del Hipogeo de Shulgi en Ur (dib. Joaquín Aguilar)

del muro y dos tipos de dimensiones de piezas, alternando hiladas de ladrillos de tabla cuadrada con otros de tabla rectangular, incluso combinando los distintos tipos en una misma hilada.

Como en cualquier aparejo de sogas, se presenta una única hilada básica y con única frecuencia de repetición. La particularidad que posibilita que el espesor de la fábrica sea mayor al medio pie es que las hiladas de paramento alternan dos piezas distintas, piezas que en cualquier caso se generan a partir de una única dimensión ya que una pieza de tabla cuadrada se obtienen dos de tabla rectangular cuyos tizones equivalen a media soga.

De este modo, la H1 se realiza con piezas completas y la otra (H2) con medias piezas; así se observa por ejemplo en la figura 1 correspondiente a la fábrica de cuatro pies de la escalera del Hipogeo de Shulgi en Ur, en la que la H1 se construye con cuatro piezas y la H2 con 3 en su interior y dos medias piezas en el haz de paramento.

En la figura 3 (correspondiente a la escalinata del zigurat de Ur) se aprecia también esta alternancia, quedando sólo visible las hiladas de tabla cuadrada de la contrahuella o tabica conformada con dos hiladas superpuestas, y en la que la huella corresponde al tizón de la pieza.

La modulación del interior de estas fábricas, como se observa en las figuras 2 y 3 del hipogeo de Shulgi, es en damero.

Este tipo de fábrica suele presentar solape de medio pie, aunque otros —por ejemplo, el de tercio—

se plantean como alternativa puntual para solucionar irregularidades generadas por encuentros mal resueltos, como se aprecian en la escalinata del zigurat de Ur (fig. 3) por los encuentros de los paramentos laterales y por las variaciones producidas por la elevación de la escalera. Otra forma de resolver tales irregularidades es la utilización de piezas fraccionadas; en la imagen del hipogeo de Shulgi (fig. 1), se aprecia cómo el enlace en esquina se ha resuelto con piezas de cuarto en las hiladas conformadas con medias piezas.

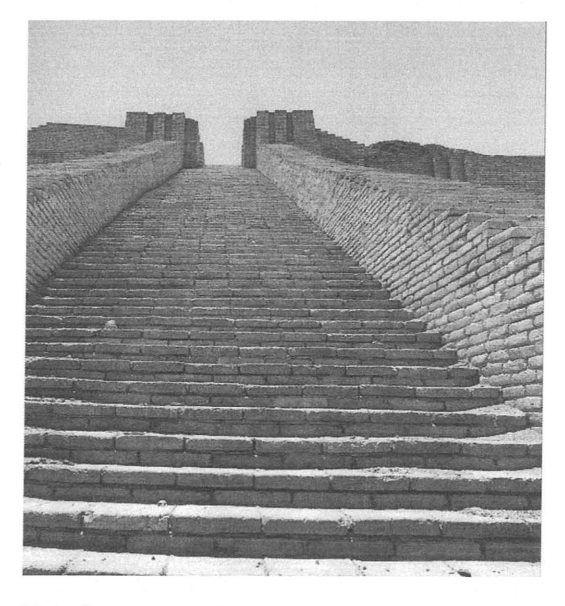


Figura 3
Escalinata del zigurat de Ur

Ya en este mismo periodo neosumerio encontramos variaciones sobre esta idea inicial de utilizar un núcleo interior en damero en el espesor del muro y dos tipos de dimensiones de piezas, alternando hiladas de ladrillos de tabla cuadrada con otros de tabla rectangular, incluso combinando los distintos tipos en una misma hilada (fig. 4).

Estas variaciones evidencian una serie de intentos de encontrar fábricas bien moduladas y aparejadas utilizando piezas grandes y cuadradas, agilizando así

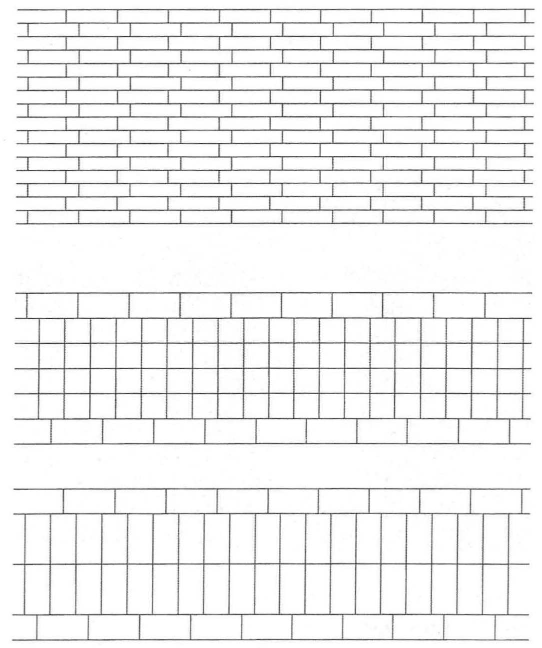


Figura 4
Hiladas básicas y alzado de una fábrica de cuatro pies con aparejo de sogas con solape de medio pie (dib. Joaquín Aguilar)

el proceso constructivo y en las que se intenta compensar las posibles irregularidades de la traba (como comprobaremos, muchas aún en estas fases iniciales) mediante el peso de la propia fábrica y en las que se aprovechan piezas fragmentadas para el espesor interior de los paramentos.

Tales variaciones se producen a partir de una diferente relación dimensional entre los tipos de ladrillos empleados, y pueden venir condicionadas por múltiples razones como errores de replanteo, variaciones en las medidas de las piezas o necesidades estructurales de muros de distinto espesor, por mencionar algunas. A continuación referiremos algunos ejemplos, utilizando expresiones como *el doble de, medio*, que son realmente aproximativas; ha de considerarse que en este periodo la relación 1:2 y 1:1 aún no es plena, como ya se ha referido. Precisamente estas cuestiones generan las irregularidades de las fábricas que en su interior han de resolverse mediante piezas fraccionadas.

La figura 5 correspondiente a tres muros apilastrados del Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursu y Ugme en Tello (s. XXII a.C.) nos permite apreciar dos variaciones en los muros central y derecho.

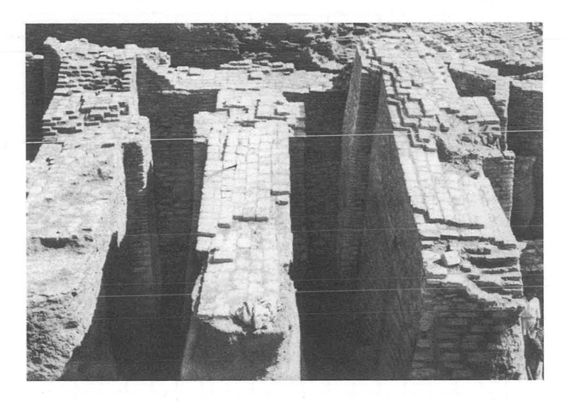


Figura 5
Tres muros apilastrados del Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursu y Ugme en Tello (s. XXII a.C.) (Parrot 1969, 203 fig. 250)

El muro central corresponde a una fábrica de cuatro pies, realizada en aparejo de tizones (fig. 6). En su cara de haz se construye con piezas de tabla rectangular (de doble soga que tizón) con solape de medio; sin embargo, el núcleo interior (siempre en damero) se conforma con piezas distintas y distinta traba en hiladas alternas. La H1 utiliza dos piezas rectangulares en el espesor del muro (4 en el espesor total); en la H2 el interior se conforma mediante cuatro piezas de tabla cuadrada de igual lado que el tizón de las piedras anteriores y que son resultado de fragmentarse en dos. En síntesis, el interior del muro es:

H_1: 4 piezas cuadradas $L_2 (S_{2-} T_2) = T_1$
H_2: 2 piezas rectangulares $S_1 = 2T_1$

Aunque el aparejo de tizones confiere a la fábrica una notable resistencia transversal, en este caso no está resuelto. Pensemos que precisamente, uno de los problemas del aparejo de tizones es que en espesores mayores a un pie, exige numerosos cortes de piezas. Los problemas en la traba de esta fábrica vienen dados por la coincidencia de juntas por la superposición de las juntas en el centro de la fábrica y en el contacto del haz de paramento con el núcleo interior.

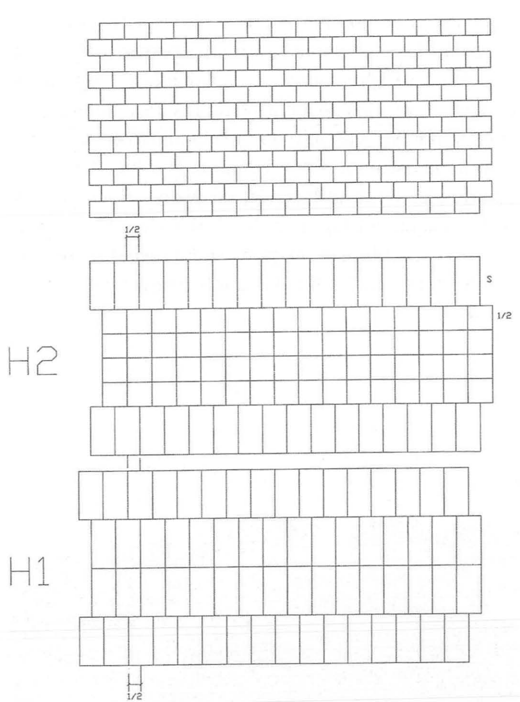


Figura 6
Aparejo de tizones en fábrica de cuatro pies. Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursusu y Ugme (Tello, s. XXI a .C.) (dib. Joaquín Aguilar)

El muro derecho (fig. 7) presenta otra variación, tampoco bien resuelta. Se trata de un aparejo de tizones con solape de medio y alternancia de piezas de distinta forma por tabla en paramentos opuestos. En este caso se trata de una fábrica de cuatro pies y medio que en los haces de paramento presentan, a igual hilada distinta posición. La H1 se realiza en un haz de paramento (P1) con ladrillos de tabla rectangular a tizón y en el otro (P2) con piezas de tabla cuadrada, y en su espesor tres piezas también a tizón con ligero solape sobre el tizón del haz para asegurar la traba y evitar la continuidad de las llagas. En la H2, el paramento en todo su espesor se construye con piezas cuadradas, introduciendo piezas fragmentadas en el espesor del muro para corregir posibles irregularida-

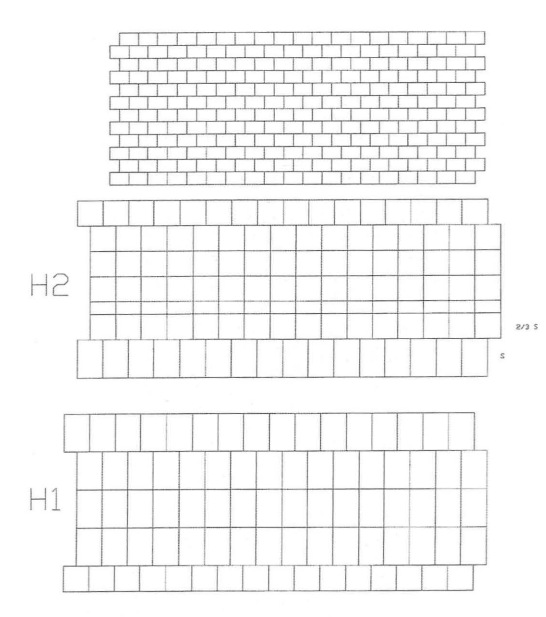


Figura 7
Hiladas básicas y alzado de una fábrica de cuatro pies y medio con aparejo de tizones con solape de medio y alternancia de piezas de distinta forma por tabla en paramentos opuestos, del Hipogeo de los Patesis Ur-Ningursu y Ugme en Tello (s. XXII a.C.) (dib. Joaquín Aguilar)

des. Pese a que la fábrica resultante es más irregular el ligero solape o desplazamiento entre sí de las piezas del de cada hilada, así como la combinación de piezas de distintas dimensiones y formas por tabla asegura la trabazón de la fábrica, evitando la continuidad de las llegas. En esta solución, las juntas transversales se solapan mediante el posicionamiento de éstas centradas las de una hilada sobre las piezas de la hilada anterior; las juntas longitudinales quedan trabadas gracias al empleo de piezas de formato 1:1,5 asentadas a tizón en los paramentos de fábrica. La modulación interior es en damero como en el caso previo, con ladrillos de tabla cuadrada de lado equivalentes al tizón del ladrillo de haz de paramento. El problema está en que las dimensiones de las piezas aún no han sido correctamente moduladas y no existe coordinación dimensional, aunque aproximadamente, como hemos indicado, se ha trabajado con piezas cuadradas, de lado equivalente a tizón y medio de las de tabla rectangular.

Aparejos con hiladas de sogas a sardinel

En momentos ocasionales de la Historia de la Construcción Mesopotámica se observa la introducción de hiladas a sardinel.

La primera experiencia es en el Protodinástico (2800–2320 a.C.), cuando las fábricas se realizan con *hiladas triscadas a sardinel de sogas de ladrillos planoconvexos*, un tipo de piezas paralepípedas característico de este periodo por su ligero abombamiento en la tabla superior (figs. 8 y 9).

La forma de estos adobes, de razón no definida, dificultaba la posición habitual a sogas, obligando a la colocación oblicua de las piezas, en hiladas triscadas a sardinel de canto. Aunque habitualmente el sentido de la inclinación se mantenía en dos hiladas sucesivas (figs. 8 y 9) en ocasiones como sucede en el silo de Fara (fig. 10), en hiladas sucesivas se alternan el sentido de la hilada triscada como posteriormente será habitual en el opus spicatum romano. Cada dos hiladas triscadas, bien fueran de igual o de distinto sentido de inclinación, los constructores mesopotámicos, los mesopotámicos insertaban hiladas de nivelación a soga (generalmente dos, en ocasiones, como en el referido silo, tres).

La forma de las piezas resultaba pues bastante incómoda, y aún no se ha aportado un argumento realmente convincente sobre su razón de ser; por ejem-

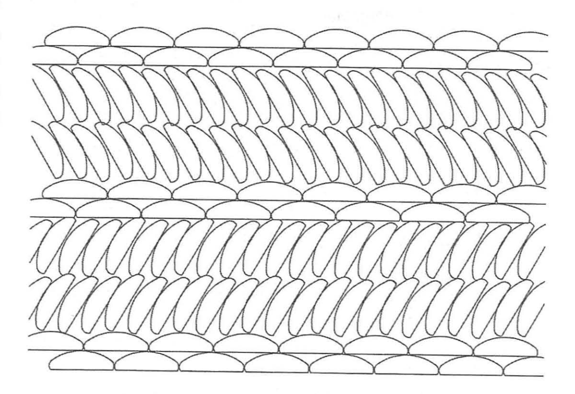


Figura 8
Fábrica de hiladas triscadas a sardinel de sogas de adobes planoconvexos de dos hiladas de nivelación (dib. Joaquín Aguilar)

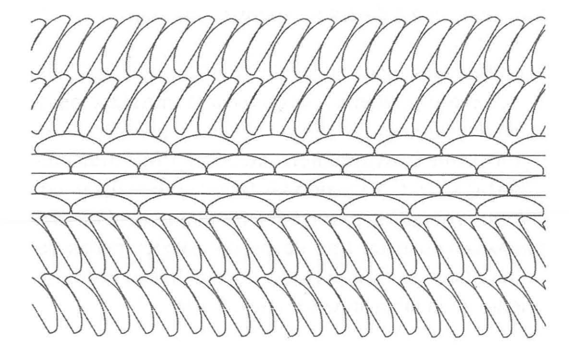


Figura 9
Fábrica de hiladas triscadas a sardinel de sogas de adobes planoconvexos de tres hiladas de nivelación (dib. Joaquín Aguilar)

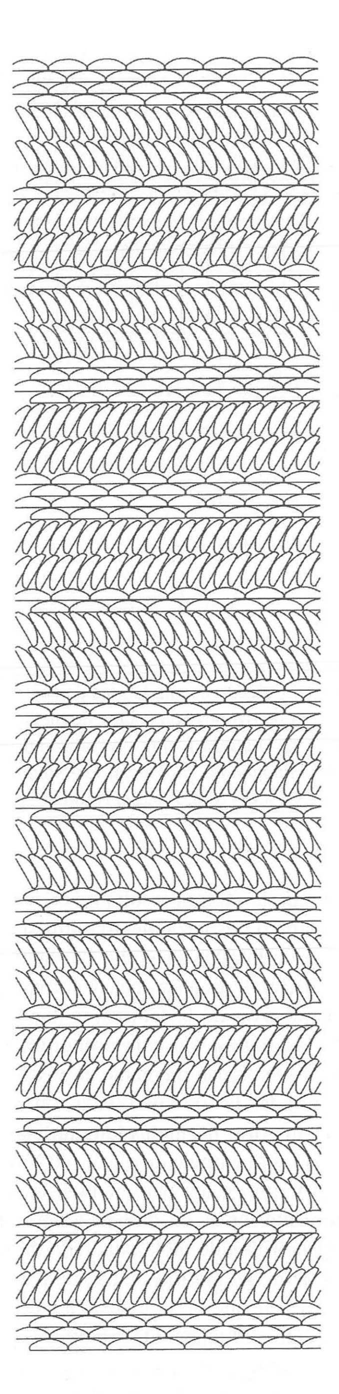


Figura 10
Fábrica de adobes planoconvexos del Silo de Fara de ladrillos planoconvexos (dib. Joaquín Aguilar)

plo, se ha dicho que era un medio de evitar que el mortero saliese por sus juntas al poner piedra sobre el ladrillo, aunque también, se ha observado que puede ser un primer ensayo de trabajar con ladrillo o adobe por parte de un pueblo acostumbrado a hacerlo con piedra, pues aún hoy en los montes Zagros se ven casas de mampostería con un aparejo similar, por lo que se ha sugerido que acaso fuera una imposición de los semitas. Lo cierto es que el uso del ladrillo planoconvexo estaba muy extendido; por ende, este tipo de fábrica se empleaba por todo Summer en la construcción de templos, palacios, murallas de ciudades, tumbas, otros edificios e incluso obras de ingeniería. Los sumerios se sentían orgullosos de este tipo de fábrica, y en general de sus métodos de construcción, como demuestra esta referencia que aparece en el preámbulo de la obra de Gilgamesh relativo a los muros de Uruk que, según los investigadores han demostrado, se construyó con ladrillos planoconvexos en el Protodinástico II y poseía entre 4 y 5 m de espesor, 5 m de altura y 9 km de trazado.

> (Gilgamesh) construyó los muros de Uruk, su gran muralla y el templo sagrado de Eanna para el dios del firmamento, Anu, y para Isthar, diosa del amor. Miradlo aún hoy: la pared de fuera, por donde corre la cornisa, relumbra con el resplandor del cobre: y la pared interna no tiene par. Tocad el umbral: es antiguo. Acercaos al Eanna, morada de Isthar, nuestra señora del amor y de las guerra: ningún rey posterior ha podido hacer nada semejante. Subid a la muralla de Uruk, caminad por ella: mirad

la plataforma de los cimientos y observad bien el aparejo. ¿No es ladrillo cocido y bueno? Los siete sabios la cimentaron.

Un segundo momento en el que se introducen hiladas a sardinel es, a mediados del segundo milenio a.C., en la época cassita, en este caso no en posición triscada (Córdoba 1986, 28 y 36). Así, en las fábricas de adobe del complejo de Dur Kurigalzu (el Zigurat de E-Gi-rim y los templos de Enlil (E-U-Gal), Ninlil (E-Gasan-an-ta-gal) y Ninurta (E-sag-dingir-ri-e-ne) encontramos como novedad la alternancia en los haces de paramento de témpanos distintos, uno conformado por lo que hoy llamaríamos aparejo inglés, es decir con dos hiladas básicas (una de sogas y otra de tizones) con una frecuencia de repetición de alternancia de sogas y tizones y una posición relativa carente de solape alguno (una disposición que se adapta a cualquier espesor) y otro témpano con hiladas a sardinel de sogas, bien superpuestas entre sí o separadas por hiladas a soga.

En la figura 11, se observa cómo el primer témpano se realiza con diez hiladas en aparejo inglés, y el segundo con tres hiladas a sardinel de soga, quedando cada una de éstas separada de la anterior por una hilada de sogas, de modo que la tabla de los ladrillos a soga apoya sobre las testas de las piezas de la hilada a sardinel.

En otros paramentos del mismo complejo se observan soluciones distintas, como la alternancia de un témpano de cuatro hiladas a sardinel de sogas superpuestas con témpano de cuatro hiladas en aparejo inglés (hiladas a soga en alternancia con hiladas a tizón (fig. 12).

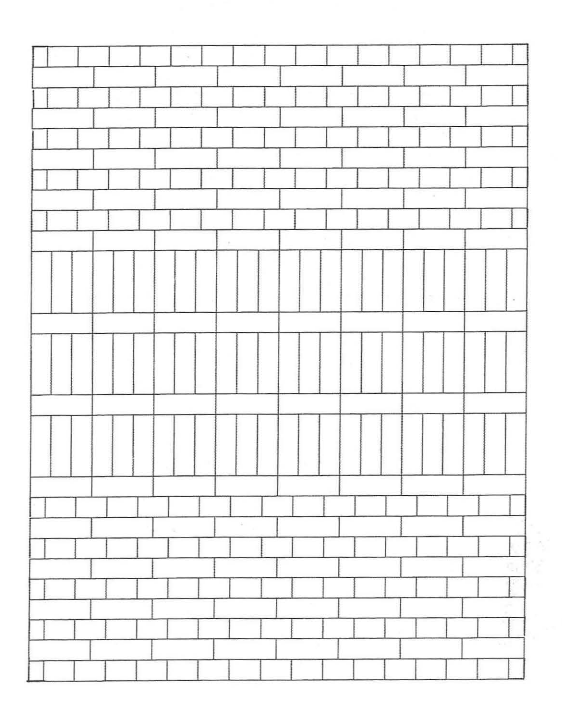


Figura 11
Muros de adobe de los templos de Dur Kurigalzu con un témpano en aparejo inglés y otro con hiladas a sardinel de soga e hiladas por tabla (dibujo de Joaquín Aguilar) (foto. Córdoba 1986, 25)

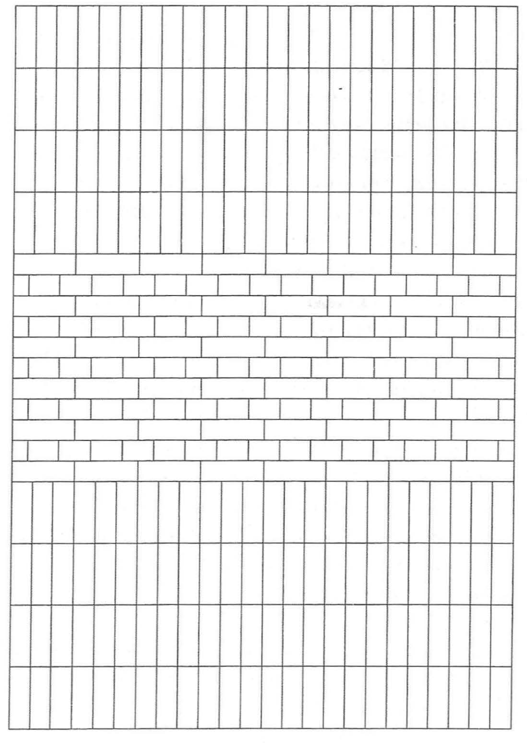


Figura 12
Muros de adobe de los templos de Dur Kurigalzu con un témpano de hiladas a sardinel de sogas y otro de aparejo inglés (dib. Joaquín Aguilar)

Podemos suponer que la razón de esta disposición es dificultar el ascenso de agua por capilaridad mediante las hiladas a sardinel, sin dejar de nivelar la fábrica mediante las dispuestas a soga. De ser así, encontraríamos en esta solución los más remotos precedentes de una técnica de larga tradición histórica, en la que las hiladas a sardinel aparecerán demás triscadas y que se mantendrá en el mundo islámico para la ejecución de cimentaciones, y de la que encontramos frecuentes manifestaciones en la construcción almohade.

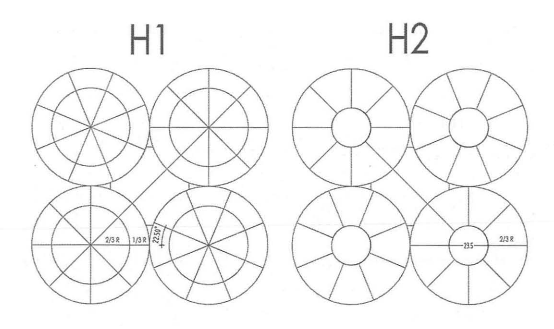


Figura 13

Aparejos con hiladas de ladrillos circulares y derivados

Un ejemplo muy singular por la simplicidad del método para la obtención de la traba son los conocidos como pilares de Gudea. Se trata de unos pilares cuadrilobulados del complejo consagrado a Ningursu (Ningiru), dios del estado, en Lagash, que pertenecen a unas construcciones enigmáticas descubiertas al SO de dicho complejo y que probablemente representen palmeras sagradas monumentales. Conocemos la forma de traba y el aparejo de las piezas gracias a la reconstrucción que actualmente se expone en el Museo del Louvre de París[3] y que se debe a la íntima colaboración de León Heuzey, conservador del Louvre, con su descubridor (1888), el diplomático Ernest de Sarzec, durante las excavaciones en Tello emprendidas en 1877.

Proceden del monumento más enigmático que se ha descubierto al SO del vasto complejo religioso del dios Ningursu. Es difícil interpretar la finalidad del edificio, a pesar de que los ladrillos están inscritos; sí se aclara sin embargo, que existía un pórtico en madera de cedro, que se presupone de El Líbano.

Se trata de cuatro columnas redondas unidas, con las piezas de 6,5 cm de grueso, trabadas con mortero de betún y aparejadas de dos maneras diferentes en hiladas alternas (fig. 13).

Una (H1), en la base, conformada en su interior por ocho sectores circulares cuyo radio es 2/3 del radio total de la columna y exteriormente por una corona circular de radio el tercio restante que la complementa fraccionada igualmente en ocho sectores con continuidad en las juntas radiales respecto al núcleo interior; en la otra se dispone una corona circular exterior de 2/3 partes del radio de la circunferencia total con igual fraccionamiento que la de la hilada anterior y en su centro una única pieza circular que completa la sección de 23,5 cm de diámetro.

Con la alternancia de estas dos hiladas se consigue de una forma simple evitar la continuidad de las juntas en tres puntos: el centro del pilar, con la alternancia de vértices de sectores de circulo (H1) con las piezas circulares (H2); en el espesor del pilar, alternando las dimensiones de las coronas superpuestas (H1: radio de la corona externa: 1/3 del R de la circunferencia; H2: radio de la corona externa 1/3 del R.total de la circunferencia) y en la superposición de las coronas, de modo que siendo idéntica la cuerda exterior de los sectores que conforman las coronas exteriores de cada una de las hiladas, éstas presentan solape de fi. De este modo, la traba se conseguía fá-

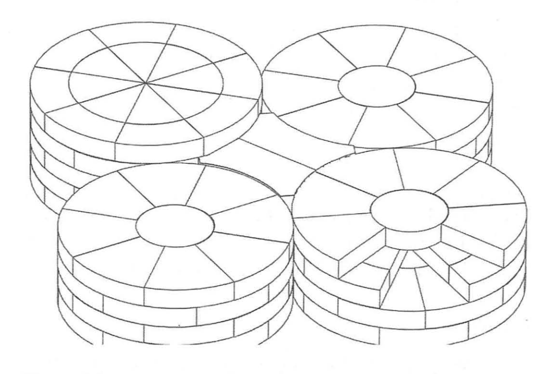


Figura 14
Aparejo de los pilares de Gudea (dibujado por Joaquín Aguilar a partir de la reconstrucción del Museo del Louvre)

cilmente, sólo mediante un giro de 22 grados y medio de cada hilada respecto a la precedente. En el hueco interior del cuadrilóbulo generado por la yuxtaposición de las columnas, se incorporan piezas aplantilladas prismáticas con uno de los lados de soga recto y los restantes lados cóncavos. En las distintas hiladas estas piezas se disponían de forma alterna.

Tanto las piezas interiores como los sectores de circunferencia presentan inscripciones cuneiformes. Los pilares están recubiertos por una capa de yeso que dan el aspecto de un pilar cuadrilobular de 1,80 m de largo. Se ignora la altura inicial de estos pilares. El conjunto descansa sobre un zócalo de ladrillos cocidos de 2 ´ 2,56 ´ 2 m que le servía de cimentación.

Notas

1. Pitarch et alt 1982, 59–60.
2. En el Génesis de dice: «Y dijeron los unos a los otros: Vaya, hagamos ladrillo y cozámoslo con fuego. Y fueles el ladrillo en lugar de piedra y el betún en lugar de mezcla» .
3. ML, P. (Fr.). AO 388. Reconstrucción del pilar de Gudea, príncipe de Lagash. Tello, h. 2120 a.C.

Lista de referencias

Adam, Jean-Pierre. 1996. *La construcción romana. Materiales y Técnicas,* 168–169. León: Ed. De los Oficios.

Al-Khayyat, A. A. 1986. Aqar Quf. Capitale des cassites. *Dossier Histoire et Archélogie,* 103: 59–61.

Álvarez Galindo, J. I.; A. Martín Pérez y P. J. García Casado. 1995. Historia de los morteros. *Boletín informativo del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico,* 13: 52–59. Sevilla: Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

Barnett, R. D. 1972. *Sir Robert Ker Porter – Regency artist and traveller.* Iran.

Blanco Freijeiro, Antonio. 1972. *Arte Antiguo de Asia Anterior.* Universidad de Sevilla.

British Museum. 1922. *A guide to the Babylonian an Asirían antiquities,* 3 rd. Ed. London: British Museum.

Campbell, James W. P. y Will. Pryce. 2004. *Ladrillo. Historia Universal,* 22–37. Blume.

Carter, T. H. 1962. *Studies in Kassite History and Archeology.* Ann Arbor: Univerity Microfilms Intern.

Cassinello, Fernando. 1966. *El ladrillo y sus fábricas.* 3ª ed. Madrid.

Córdoba Zoilo, Joaquín. 1986. La aventura de los casitas. *Koiné.* Revista del Patrimonio Histórico, 5: 23–36.

Davey, Norman. 1967. *Historia de la Construcción.* Barcelona: Jano.

Delougaz, P. 1933. *Planoconvex Bricks and the Method of their Employment.* Chicago.

Frankfort, Henry. 1982. *Arte y Arquitectura del Oriente Antiguo.* Madrid: Manuales de Arte Cátedra

Ghirshman, Roman. 1964. Persia. Protoiranios. Medos. Aqueménidas. *Colección El Universo de las Formas.* Madrid: Aguilar.

Graciani García, Amparo. 1992. *Mesopotamia. Problemática y consideraciones generales para un estudio de la construcción.* Universidad de Sevilla.

Herodoto. Dent. 1, 179. Edición Biblioteca de Todos.

Herrero Gil, Enrique. 1994. *Albañilería. La técnica de la construcción en ladrillo.* Universidad de Sevilla.

Marzahan, Joachim. 1992. *The Isthar Gate. The Processional Way. The New Year Festival of Babylon.*Staatliche Museen zu Berlin. Vorderasiatisches Museum.

Parrot, André. 1969. *Sumer.* Colección El Universo de las Formas. 4ª ed. Madrid: Aguilar.

Parrot, André. 1970. *Assur.* Colección El Universo de las Formas. 4ª ed. Madrid: Aguilar.

Pitarch, José. 1982. Arte Antiguo. Próximo Oriente, Grecia y Roma. *Colección Fuentes y Documentos para la Historia del Arte.* 1, 59–60. Barcelona: Gustavo Gili.

Porter, Robert Ker. 1821–22. *Travels in Georgia, Persia, Armenia, ancient Babylonia during the years 1817–1818, 1819 and 1820,* 2 vols. London.

Roaf, Michael. 2000. *Atlas cultural de Mesopotamia y el Antiguo Oriente Medio.* Barcelona: Óptima (ed. Esp.)

Ruiz de la Rosa, José Antonio. 1987. *Traza y Simetría de la Arquitectura. En la Antigüedad y el Medievo.* Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, 38–42 y 48.

Thureau-Dangin, F. 1921. Numération et Métrologie Sumériennes. *Reveu d´Assyr. et d´Arch. Orientale,* 18, 3: 123–142.

Vas Beek, Gus W. 1987. Arcos y bóvedas en el Próximo Oriente. *Investigación y Ciencia,* 76–84.

Villanueva, Juan de. 1827. *El Arte de la Albañilería.* p. 3.

Woolley, Leonard C. 1953. *Ur, la ciudad de los caldeos.* México: Fondo de Cultura Económica.

Yarza Luaces, Joaquín. 1997. Fuentes de la Historia del Arte 1. *Col. Historia 16, Conocer el Arte.* 21. Madrid.

El inicio de las comunicaciones

Quizá no se perciba en los terrenos en los que se desplaza la investigación, pero existe una realidad: la necesidad de movimiento es algo innato en los seres humanos. Quizá sea la premisa por la cuál los estudios sobre viaria en la Antigüedad abogan por la incertidumbre de los resultados. Si se ha de hablar de un inicio de las comunicaciones es posible que debamos retornar hasta los movimientos migratorios de los primeros «homo» desde África, aunque ese desplazamiento se produjo a lo largo de varios miles de años. Éste lento éxodo a nivel local primero, y a grandes escalas después, debió de producirse por varias causas: cambios climáticos que originaron un éxodo de especies alimenticias propias de los homínidos, búsqueda de puntos de abastecimiento de agua (Ruíz Zapatero 1983: 152).

Sin la necesidad de ahondar en esta época de evolución natural, el «cursus» de las comunicaciones se detiene en otros puntos de inflexión, y si se atiende a la Península Ibérica se puede observar cómo la misma pauta de poblamiento de las comunidades humanas establece una tendencia orientada al dominio y control del paisaje. En Aragón, por ejemplo, se documentan diferentes poblados dispersos y expuestos en el valle medio del Ebro, datados en torno al Paleolítico Inferior y transición del Medio. Entre el Sistema Ibérico y el curso mismo del río se atestiguan cuantiosos yacimientos a diferentes alturas y con material lítico compartido, lo que presupone con acierto una movilidad en busca de materias primas y el aprovechamiento de los recursos. En posteriores épocas el desplazamiento se localiza hacia la costa y el interior como un auténtico movimiento migratorio, no ya como una actividad local sino regional de grupos humanos más numerosos.

Las fases posteriores del Neolítico, Calcolítico y Edad de Bronce tiene la peculiaridad de establecer lo que podrían tratarse de talleres especializados con carácter permanente, estableciendo una ruta constante entre los enclaves hacia dichos lugares de transformación de materia (Rodanés Vicente 1987). El hecho de esbozar esta evolución «sui generis» de las comunidades humanas prehistóricas del valle medio del Ebro no es casual. Sirva como el mejor ejemplo de la que pudo ser la evolución de las vías naturales peninsulares, identificadas con los grandes cursos fluviales, entre los cuales destacó sobremanera el Ebro como se podrá observar en épocas posteriores. Y sobre todo sirva como premisa en la identificación de las causas y consecuencias de la creación de un camino, es decir: la necesidad social y el medio en el que se desarrolla. Una sociedad aislada que no se relaciona con otras tiene muy difícil su evolución si no establece lazos con otras vecinas, de la misma manera que si no es capaz de dominar o controlar el medio en el que se establece. La evolución de los caminos a la par de la evolución de las sociedades y de sus necesidades se ve por fin como un hecho ineludible (Uriel Salcedo 2001: 19–31).

La apertura de nuevos caminos con fines meramente ganaderos no es sólo propia de las rutas fluviales. Como se verá más adelante se abren trechas en los sistemas montañosos así como en las parameras extremeñas y portuguesas, Galicia, etcétera. Las cañadas y las veredas actuales, independientemente de las modificaciones posteriores de la Mesta, se adaptan a antiguos recorridos rurales que podrían seguir viejas vías de comunicación prerromanas (Cabo Alonso 1991)

La red viaria romana

La viaria romana y la caminería antigua tiene quizá como hito ineludible, en la Península, la conquista romana a partir del siglo II a.C., fecha aleatoria pues se considera como el inicio del proceso «romanizador», es decir, de la implantación de las costumbres, deberes y obligaciones en las comunidades prerromanas bajo yugo latino. En este sentido se tiene en cuenta la existencia de unas vías de comunicación de origen prerromano, empleadas en la trasterminancia ganadera (traslado de animales a distancias locales) y en la trashumancia poco después. En este sentido se sabe que las comunidades peninsulares protohistóricas ya debieron de tener un sistema de comunicación estabilizado, señalizado y orientado a la explotación ganadera (Ruíz-Gálvez Priego y Galán Domingo 1991), aunque no será hasta la llegada de Roma cuando se comiencen a institucionalizar los caminos peninsulares.

En este sentido las investigaciones hacen uso de varias fuentes de documentación, entre las que destacan la arqueología, el uso de la cartografía medieval, moderna y contemporánea, la fotografía aérea y la toponimia (Guerra García 2004). Evidentemente las fuentes escritas juegan un papel importante en los re-

sultados finales, tanto la bibliografía contemporánea como los autores clásicos. Para éstos últimos se aconseja especial cuidado a la hora de tratar los datos computados, pues no siempre reflejan lo que en la realidad se produjo (Roldán Hervás 1973, 10–12). A este respecto corresponde el grave error que percibe Isaac Moreno Gallo a la hora de describir la tipología de las vías en base a los escritos tradicionales. Muy acertadamente considera que el autor clásico Ulpiano atribuye un papel preponderante a las «losas» de superficie en las vías romanas, cuando este material constructivo se localiza minoritariamente en los lienzos, estando sobre todo en trazados remodelados en época medieval y en zonas concretas de importantes «civitas» romanas (Moreno Gallo 2002, 51).

Con la dificultad que supone excavar arqueológicamente una vía de comunicación (Mariné 1988), los resultados después de una intervención con esta metodología se ven compensados con el uso de otras fuentes escritas (Moreno Gallo y Rodríguez Morales 2002), como son las crónicas de los primeros arqueólogos españoles sobre los hallazgos de principios del siglo XX (Blázquez y Delgado-Aguilera 1911), cuando la metodología arqueológica se centraba en las crónicas medievales y en los descubrimientos casuales. Dos de los ejemplos más importantes sin duda son la calzada del Puerto de la Fuenfría y la Vía de la Plata. Para la primera su importancia radica en que a pesar de haber sufrido cuantiosas reparaciones, y de haber reducido su uso a raíz de la apertura del Puerto de Navacerrada en el siglo XVIII, su presencia en el Patrimonio Cartográfico español representa un hito en la caminería hispánica antigua (Moreno Gallo 2002, 26). Es más, representa la evolución que han sufrido los caminos desde época romana hasta nuestros días en conceptos como el planteamiento constructivo, si comparamos el camino de Fuenfría, como dicen Menéndez Pidal y Moreno Gallo, con su hermano, el Puerto de Navacerrada (Menéndez Pidal 1951, 24–25; Moreno Gallo 2002).

Para la Vía de la Plata existen infinidad de trabajos al respecto, y es que se trata de uno de los caminos histórico de mayor arraigo y posiblemente, de los más empleados a lo largo de la historia de España. Al margen de su evolución y su uso (Roldán Hervás 1971) su finalidad debió ir más allá de su propia naturaleza como cañada ganadera: era el canal idóneo de traslado de las riquezas mineras de «Asturica Augusta» (Astorga) hasta el sur peninsular, lugar de reposo de la élite hispano-romana como era «Emerita Augusta» (Mérida), «Italica» (a las afueras de Sevilla, en Sancti Ponce) o «Hispalis» (Sevilla). Por lo tanto se refleja una intención clara que va más allá de crear una trecha ganadera: es la materialización del deseo de Roma por institucionalizar el paisaje rural por medio de las comunicaciones, y de esa manera dominar a los entes humanos, algo que militarmente suponía mayor coste. Ambos casos, tanto el de Fuenfría como el de la Vía de la Plata, viene a justificar lo que el ilustre historiador, don Juan Cascajero Garcés, comentaba en círculos privados acerca de las comunicaciones romanas. En su valiosa opinión, «no existía un elemento más esclavizador para un indígena prerromano que ver salir de su pueblo un camino, que le unía directa o indirectamente con otro "pueblo" llamado Roma, al cuál seguramente jamás conocería, y que manda a sus administradores para llevarse su ganado, sus cosechas y quién sabe, a sus mujeres también». Este es un principio básico a tener en cuenta a la hora de investigar las vías romanas.

Aunque existen diferentes versiones acerca del origen y la evolución de las vías romanas en España, sí existe consenso al pensar que tanto la Vía Hercúlea o Vía Augusta, como la Vía de la Plata, la vía fluvial del Ebro y Guadalquivir debieron ser los primeros cauces de movimiento migratorio interno, tanto en la dirección interior-costa como en la norte-sur. La primera recorría todo el litoral desde los Pirineos hasta «Gades» (Cádiz) e «Hispalis» (Sevilla) en una segunda bifurcación (Uriel Salcedo 2001, 34). Quizá lo más importante de estas vías sean sus antecedentes: debieron de ser empleadas para el traslado ganadero, desde las costas hacia el interior, y desde el norte hacia el sur, en consonancia con los movimientos de trashumancia del verano y del invierno, buscando pastos frescos. Este acontecimiento ya se ha atestiguado en otros puntos de la península como Galicia, Extremadura o el Alentejo portugués (Ruíz-Gálvez Priego y Galán Domingo 1991; Bradley et al. 1994), si bién es cierto que se han aportado nuevos e imprescindibles datos gracias a la Arqueología del Paisaje, modalidad investigadora necesaria en el estudio de caminería (Bradley *et al.* 1994, 9). El traslado de reses, así como el movimiento de personas a lo largo de los cursos fluviales es conocido desde la misma Prehistoria, más aún cuando se consiguen las condiciones aptas para la navegación como llegó a suceder en el río Ebro y Guadalquivir.

Métodos y técnicas de investigación sobre las vía romanas

La existencia de éstas y otras vías de comunicación se constatan en las diferentes fuentes escritas de origen greco-romano. La descripción de los paisajes por estos artistas de su tiempo debió tener su origen en los primeros navegantes de cabotaje por la costa levantina. Posteriormente trasladaron sus experiencias a los escritores que no pudieron estar presentes en la península, como sucede en la mayoría de los casos (Estrabón [edición de 1991]). No hay una descripción concreta de los caminos por los autores romanos, si bien es cierto que con la narración de las incursiones cartaginesas por el interior durante las Guerras Púnicas se pueden esbozar supuestos caminos de comunicación prerromanos y romanos. El caso de Estrabón es peculiar en el sentido de que sus escritos se basan en otras fuentes secundarias, y sin embargo es uno de los referentes más importantes (García y Bellido 1983), al igual que Polibio con la diferencia de que éste sí se encontraba en Hispania durante la Guerra de Numancia (Tovar y Blázquez 1975; Polibio 1981). En líneas generales no se puede atribuir un cien por cien de la veracidad a estos escritos, pues como se ha comentado anteriormente tienden a contradecir los datos. Se conocen, no obstante, múltiples menciones sobre viajes y tránsitos, desde César hasta los primeros reyes visigodos, que son muy valiosos a la hora de la perduración de los viales (Uriel Salcedo 200,: 62–64). No obstante se ha querido ver en sus narraciones una intención propagandística, a tenor de las cifras tan exageradas, por ejemplo, de las bajas enemigas. Por lo tanto, y sin desmerecer ningún elogio, las fuentes deben ser empleadas con mesura y combinadas con otras fuentes, como los itinerarios medievales de caminos.

Estos itinerarios medievales reproducen antiguas sendas de comunicación. Con la introducción de las comunidades visigodas en la península determinados caminos son abandonados por falta de cuidado y mantenimiento. Principalmente son las vías más importantes las que se mantienen vivas, no perdiendo el firme ni la consolidación. Posteriormente será el Islam el que en su penetración en la península va a emplear los trazados más importantes, como fueron los que unían «Caesaraugusta» con «Toleto» y «Emerita Augusta». Con el tiempo e independientemente de la autoridad, los viales facilitarán en gran medida el traslado de grandes contingentes militares (Uriel Salcedo 2001, 65), viales que sin duda apenas han variado el trazado romano, algo que sucederá más adelante con los parcelamientos rurales. Para estos datos son muy útiles tanto los repertorios de caminos como las narraciones de los exploradores que, incluso llegados del extranjero, se acercaron a los campos para dibujar y describir los antiguos monumentos de Castilla la Vieja y el Norte (Quintanilla 1952, 24–26). Entre los itinerarios medievales o repertorios de caminos caben destacar sobre todo los trabajos de Alonso de Meneses (edición de 1976), Pedro Juan Villuga (1546), las relaciones topográficas de Felipe II y los catastros de Pascual Madoz (edición de 1984). Como dice Alonso de Meneses, de su propia letra: «El continuo exercicio de mi larga peregrinación (prudente lector) me ha dado experiencia de los muchos trabajos y dessassosiegos que en los largos caminos suelen acontecer» (De Meneses 1976, 3).

Existen multitud de repertorios, memorias de viajes y guías de caminos, aunque en el momento de destacar alguno quizá no convendría olvidar, para el estudio de viaria romana, el «Libro de la Montería», del cuál se dice fue escrito por el rey Alfonso XI y que recoge todos los recursos del campo de Castilla (Rodríguez Lázaro y Menéndez Martínez 2001, 42–43); los *Itinerarios de Cottogno y Miselli*, ambos funcionarios de correos; la «Guía de caminos» de Pedro Pontón, el cual revisa los caminos en desuso e introduce topónimos (Rodríguez Lázaro y Menéndez Martínez 2001, 60–61); y los trabajos descriptivos de los viajeros Etienne de Silhouette, Vittorio Alfieri y Norberto Caimo (Rodríguez Lázaro y Menéndez Martínez 2001, 104–107), en sus labores de recopilación de información sobre monumentos y caminos.

Con el tiempo la administración central supo reglar el uso de los caminos reales aptos para diligencias, y en consecuencia instrumentos para el cobro de impuestos como idénticamente hiciera la administración romana (Rodríguez de Campomanes [edición de 2000]). Estos itinerarios siguen el mismo patrón y la misma finalidad que el «Itinerario de Antonio», repertorio de viaria romana acompañado por una relación de mansiones que los autores sitúan a mediados del siglo III d.C., cuyas copias han ido rectificando el trazado original (Roldán Hervás 1975, 21; Arias Bonet 1987).

La relación de las guías camineras medievales con la red viaria romana no es otra que la superposición

de los caminos y la perduración de su uso. Por otro lado, tanto para la relación de Felipe II como para el catastro de Madoz la relevancia de los datos que aportan viene dada por la referencia de estructuras antiguas y de «viejos caminos», de origen romano y por cuyos pavimentos aún transcurren carretas de diligencias, alimentos o tropas. Algunos de los caminos descritos, de factura romana, no son recomendados por el pésimo estado de conservación, bien por la naturaleza de sus terrenos, bien por encontrarse en desuso y por lo tanto, en constante estado de degradación (Madoz 1984, 127).

Por lo tanto la sucesión de datos aportados por las fuentes escritas, itinerarios romanos como el Anónimo de Rávena, las tablas de Astorga o los Vasos Vicarello (Roldán Hervás 1975), junto a los facilitados por los autores clásicos y medievales proporciona, por lo menos, la base para el inicio de la investigación sobre viaria. En cuanto a lo referido a Vasos Vicarello, y en palabras de Chevalier, se trataría de «un modelo de «miliarium aureum» erigido en el Foro Romano en 20 a. de C. por Augusto como «curator viarum», o de una columna del mismo género levantada en «Gades» (Roldán Hervás 1975: 151). Junto a este compendio de datos se interpolan otros facilitados por el análisis de fotografía aérea, ortoimágenes, cartografía y toponimia. Con respecto de las dos primeras su utilidad reside en la localización de las improntas dejadas por el pasado en el terreno, marcado por el crecimiento, mayor o menor en función de la humedad, de la vegetación. Es un instrumento imprescindible a la hora de localizar las antiguas «centuriaciones» o división física de las parcelas rurales que, a la larga, proporcionan una datación aproximada de los caminos romanos. Es por ello que los métodos de teledetección y de análisis de fotografías aéreas se encuentran en la práctica totalidad de las investigaciones arqueológicas (Amado 1997; Olmo Martín 1993).

La toponimia, por su parte, incorpora un sistema novedoso de captación de información, basado principalmente en la tradición y el folclore de las culturas. Esta tradición tiene como premisa mantener las costumbres de los antepasados más cercanos, costumbres que tienen también su identidad en el medio, en el paisaje o en las estructuras antrópicas antiguas. Por ello se encuentran espacios rurales cuyo nombre ha sido transmitido de padres a hijos, con la singularidad de no perder su condición de vestigio del pasado o de «época de los moros», como «elemento del Diablo», etcétera (Martino 1989). El topónimo «camino real» es uno de los topónimos viarios más comunes, pues aluden a los antiguos viales que desde el medievo se empleaban para el tránsito oficial desde las capitales, y que en mayor medida seguían el trazado de antiguas vías romanas (Guerra García 2004: 3). Todo este estudio tiene su base en un meticuloso barrido de los mapas topográficos actuales, así como en la toma de contacto con el terreno: resultaría incoherente realizar un estudio sobre red viaria o sobre el paisaje antiguo sin haber visualizado directamente la zona afectada (Iglesias Gil y Muñiz Castro 1990).

No hay lugar a la discusión, entre los investigadores, de que la arqueología es la metodología que define el resultado final para bien, o para mal, en la localización de viejas vías romanas. El hecho de realizar una excavación supone de por sí un elenco de dificultades, pues las vías afectan una extensión de varios kilómetros a excavar, con un ancho de apenas tres o cuatro metros. Se computa por lo tanto un alto coste económico, material y humano que en ocasiones es un impedimento de fuerza mayor para no poder conseguir los resultados convenientes. Muchos son, no obstante, los trabajos arqueológicos acerca de las vía romana hispanas, desde una perspectiva más paisajística (VV.AA. 2000; Hagen 1973), desde el punto de vista de la construcción y la ingeniería (Rodríguez Lázaro y Menéndez Martínez 2001; Duran Fuentes 2001; González Albero y Arizón Fanlo 2004; Moreno Gallo 2001) o desde un punto de vista propio de la excavación arqueológica (Mariné 1988; Magallón Botaya 1986). No obstante serán las intervenciones de los primeros arqueólogos de siglo las que pongan la piedra maestra para el seguimiento de los caminos. Uno de los propulsores fue sin duda don Antonio Blázquez y Delgado-Aguilera, historiador insigne que recorrió los campos peninsulares siguiendo las indicaciones de cronistas clásicos, viajeros y las propias actas de excavaciones (Blázquez y Delgado-Aguilera 1912; Blázquez y Delgado-Aguilera 1919) patrocinadas por la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades.

La dificultad de investigar lo invisible

La investigación histórica de las vías romanas siempre se ha topado con un problema: ¿cómo son real-

mente los caminos romanos, esas arterias invisibles? Se trata de una dicotomía entre el ser humano y el pasado, común desde los primeros investigadores. Es lógico pensar, como hace referencia Isaac Moreno, que no todas las vías poseían lastras (Moreno Gallo 2002: 51–52). La variedad de tipos es amplia, desde las vías perfectamente cuidadas hasta las sencillas trechas terreras. Aunque la existencia o no de otros elementos como miliarios o yacimientos arqueológicos en su trayecto puede resultar definitorio (Magallón Botaya 1986b; Sagredo San Eustaquio 1990) no siempre se cumplen las expectativas que la propia arqueología supone, y la dificultad por identificar vías romanas frente a caminos del siglo XVI ó XVIII es cada vez mayor. Baste comentar que las diferencias constructivas entre ambas viales son mínimas, si se tienen en cuenta los patrones constructivos, las técnicas o los materiales, difieren diferentes muy sutilmente.

Los caminos romanos hispanos nunca fueron homogéneos, y aunque se ha mantenido la idea romántica de una calzada embellecida por grandes losas conformando el «statumen», esta tipología constructiva es errónea en la mayoría de las ocasiones pues depende de diversas condiciones: materiales constructivos de la zona, utilización o fin, puntos en conexión, medio geográfico, naturaleza de los terrenos . . . La catalogación de las vías realizada por Bergier no se cumple en el mayor número de casos investigados (Moreno Gallo 2001, 7), principalmente porque no se hallan las diferentes capas que configuran la calzada, por efecto antrópico o por desgaste. Por lo tanto si se localizan losas en el pavimento de un vial lo más probable es que dicha capa sea de época medieval o posterior aunque las lluvias, el uso de carros o el crecimiento de masa boscosa pudieron ser las causas por la que se reforzaban los caminos en estos medios hostiles, si bien es cierto que se siguieron empleando estos viales en los siglos posteriores, bien para el tránsito de personas, bien para el de ganado como en los casos de Gredos, Fuenfría u Orense (Alvarado et al. 2000). Por lo tanto se deben olvidar los conceptos de homogeneidad en las vías romanas, por lo menos en cuanto a construcción se refiere, ya que en si existe algún elemento en común entre todas se reduciría a la presencia de un firme compuesto de cantos irregulares, a modo de drenaje y cuerpo compacto.

La identificación de los caminos de tránsito antiguo es compleja. Para Isaac Moreno la unión entre vía y «mansio», entendida ésta como lugar de descanso identificado en los itinerarios clásicos, es una unión compleja pues al día de hoy la arqueología no ha sido capaz de localizar con exactitud el lugar de dichas postas, y por lo tanto, si se atiende únicamente a los parecidos razonables entre los asentamientos romanos y los actuales, se puede identificar erróneamente no sólo un asentamiento, sino una vía que lo conecta (Moreno Gallo 2001, 4–5). Un caso similar sucede con la vía de unión entre Segovia y Toledo. El tránsito entre ambos enclaves de tradición prerromana y romana se efectúa por la «mansio» de «Miaccum» y la de «Titultia», dos puntos de rigurosa importancia pues se encontraban en el cruce de dos vías imprescindibles para la administración hispano-romana: la vía que unía «Caesaraugusta» con «Emerita Augusta» y la vía entre «Asturica Augusta» y el sureste minero. Los cuatro centros contaban con el beneplácito de Roma en cuanto a que eran lugares de obtención de materias primas, y por lo tanto la comunicación era imprescindible. El descanso de los viajeros y su protección se materializaba en la colocación de lugares de cambio de postas, normalmente en puntos intermedios o estratégicos, como debieron de ser «Miaccum» y «Titultia». No obstante aún no se ha podido localizar en el paisaje de las actuales provincias de Madrid y Toledo, existiendo numerosas hipótesis al respecto (González Couto 2000, Rodríguez Lázaro y Menéndez Martínez 2001:,24–26). La identificación de «Miaccum» con el Alto Guadarrama y con el Arroyo Meaques, o la de «Titultia» con diferentes pueblos del norte de Toledo (Bayona de Titulcia) ha incurrido en el constante error de desviar la vía que les comunicaba, sin poder aún establecer una concordancia entre ambas (Rodríguez Lázaro y Menéndez Martínez 2001, 25).

Este tipo de dicotomías suele estar presente en numerosas investigaciones, ya que resulta muy complicado definir correctamente la situación exacta no sólo de los enclaves, sino también de la vía que los une. El número de trabajos de investigación acerca de la red viaria romana es amplio, máxime si se trata de enlazar los yacimientos de origen romano o monumentos reconstruidos (puentes y acueductos) con viales. No hay que olvidar que el honorable acueducto de Segovia se encuentra en una encrucijada de caminos, de la cual parte un vial denominado «Via Roma», como tampoco se deben dejar en el olvido

los conjuntos monumentales del Arco de Medinaceli, Bará o la Torre Ciega de Cartagena, elementos que inevitablemente deben encontrarse unidos a las vías que antaño les acompañaban.

Conclusión

Ha llegado el momento de estudiar las red viaria romana en su totalidad, sin tener en cuenta únicamente los antiguos patrones constructivos que muchas veces inducen al error. Las calzadas romanas son el producto de muchos factores, patrones de poblamiento, utilidad, sociedad, medio, etc. Su investigación, por lo tanto, se debe afrontar de forma multidisciplinar y empleando diferentes métodos, pues de lo contrario se seguirán catalogando viales medievales como romanas, al igual que ha sucedido durante años con otras infraestructuras como los puentes o los alcantarillados. La investigación arqueológica tiene la llave para poder definir de forma concluyente y satisfactoria la naturaleza de una vial, si bien es cierto que se deben hacer uso de conocimientos de ingeniería, hasta hace poco muy abandonados, en vez del excesivo uso de las fuentes clásicas o de los patrones de estética visual.

En mi opinión las vías unen culturas, flirtean con el medio y se adaptan a él. Si el objetivo primordial de la arqueología es difundir los conocimientos sobre el pasado a la población, la finalidad impepinable de los estudios viarios antiguos es rememorar el trasiego de los antepasados, recuperar sus pasos y mostrarlos a las generaciones venideras, deseosas de encontrar un vestigio de su tierra (Guerra García 2004b). Las formas constructivas no han cambiado demasiado desde que se trazaron las primeras trechas, como tampoco han cambiado nuestros hábitos a tenor de lo que la tradición y el folclore nos muestran. El medio se postra impasible mientras esbozamos pintorescos, y a veces alocados dibujos sobre cómo y por donde pudo moverse la eterna Roma por la península. Por todo esto, ¿qué nos impide investigar, haciendo uso de todas las disciplinas posibles, la red viaria romana que ha fundado ciudades, explotado montañas y trasladado generaciones?

Aquellas arterias invisibles que hoy se investigan se desvanecen ante el mínimo impedimento de no encontrar una «mansio» o por encontrar un río invisible en los mapas. Ante las, en ocasiones, adversas fuentes que confunden y manipulan datos nada debe detener a aquellos investigadores que tratan de encontrar a estos mausoleos llanos, a estos colosos tumbados sobre el suelo y que se encuentran camuflados bajo cañadas, caminos de herradura, sendas, . . .

La memoria de nuestros familiares más ancianos debe servir también como instrumento de la investigación. Como ya dijera uno hace tiempo, las preguntas extraordinarias merecen respuestas extraordinarias. Preguntar a los vecinos, a los lugareños, a los eruditos del lugar no supone ninguna carga y proporciona innumerables cantidades de datos. Ellos mismos nos podrían hablar y contar mejor sobre el uso de la «puzzeolana» que cualquier historiador, o describir las capas constructivas de los antiguos caminos reales. Pero lo más importante de todo es poder hacer sentir a la población partícipe de la recuperación histórica, construir de nuevo un concepto hoy olvidado, que es la conciencia social por el pasado. Parece que de no ser así se seguirán realizando obras civiles sin tener en cuenta si acaso al Patrimonio Histórico del subsuelo. A la postre siempre es el viario el patrimonio que más sufre. ¿Acaso no son vestigios de la Antigüedad los caminos por los que transitaron cartagineses, romanos o visigodos?

Porque lo que no debemos consentir, esté como esté construido, sea de quien sea, y de la época que sea, es que se cumpla lo que alegremente escuchamos en una copla castellana: «Por los caminos de Segovia ya no va nadie: sólo polvo y arena que lleva el aire» (Rincón 1992).

Lista de referencias

Alvarado, S., J. C. Rivas y T. Vega, 2000. *La vía romana XVIII (Vía Nova). Revisión de su trazado y mensuración.* Anexo 25. Orense: Boletín Auriense

Amado Reino, X. 1997. La aplicación del GPS a la Arqueología. *Trabajos de Prehistoria*, nº 54:155–165. (Madrid: CSIC.)

Arias Bonet, Gonzalo. 1987. *Repertorio de caminos de la Hispania romana.* Cádiz: ed. Gonzalo Arias Bonet.

Blázquez y Delgado-Aguilera, Antonio. 1911. Vía romana del Puerto de la Fuenfría. *Boletín de la Real Academia de la Historia*, nº 58: 143–147.

Blázquez y Delgado-Aguilera, Antonio. 1912. Informe relativo a la parte de la vía romana número XXV del Itinerario de Antonino. *Boletín de la Real Academia de la Historia*, nº 60: 306–314.

Blázquez y Delgado-Aguilera, Antonio. 1919. Vías romanas de Carrión a Astorga y de Mérida a Toledo. *Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades.*

Bradley, Richard, Felipe Criado Boado y Ramón Fábregas Valcarce. 1994. Los petroglifos como formas de apropiación del espacio: algunos ejemplos gallegos. *Trabajos de Prehistoria*, nº 51: 159–168.

Cabo Alonso, A. 1991. *Cañadas, cordeles y veredas.* Valladolid: Consejería de Agricultura y Pesca.

De Meneses, Alonso. 1976. *Repertorio de Caminos. 1576.* Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.

Díaz G. Viana, Luis. 1999. *Viaje al interior. Una etnografía de los cotidiano.* Valladolid: Castilla Ediciones.

Durán Fuentes, Manuel. 2001. La identificación de los puentes romanos en Hispania: una cuestión a desarrollar. *Ingeniería y Territorio*, III, nº 57: 4–13. (Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.)

Estrabón. 1991. *Geografía.* Libros I–II. Traducción de J. L. Ramón y J. García Blanco. Madrid: Gredos.

González Albero, Jesús y José Enrique Arizón Fanlo. 2004. Un eje estratégico. Autovía del camino Pamplona-Logroño. *Cauce. Revista de la Ingeniería Civil,* nº 121: 24–31. (Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.)

González Couto, Federico. 2000. Caminos del sur de Madrid en documentos del siglo XIII. *IV Congreso Internacional sobre Caminería Hispánica.* Tomo I, Calzadas y Cañadas, 185–203. Guadalajara, Madrid: Aache-CSIC.

Guerra García, Pablo. 2004a. Carras, caminos y carreteras: los topónimos para el estudio de la red romana segoviana. *El Miliario Extravagante* (editado por Gonzalo Arias), nº 89: 2–7. Málaga.

Guerra García, Pablo. 2004b. Todos los caminos llevan a Carbonero. *La Revista*, nº 9: 68–72. (Carbonero el Mayor: Concejalía de Cultura del Ayuntamiento de Carbonero el Mayor.)

Hagen, Victor W. 1973. *Los caminos que conducían a Roma.* Barcelona: Labor.

Herce Vallejo, Manuel. 2001. Paisajes y carreteras: notas de disidencia. *Ingeniería y Territorio*, II, nº 55: 58–67. (Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.)

Hernández Ibáñez, Luis A. y Santiago Hernández Ibáñez. 2001. Representación digital del paisaje. *Ingeniería y Territorio*, II, nº 55: 22–31. (Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.)

Iglesias Gil, J. M. y J. A. Muñiz Castro. 1990. Aportaciones al análisis topográfico y tipológico de la vía *Iuliobriga-Portus Blendium. Simposio sobre la red viaria en la Hispania Romana.* 277–292. Tarazona.

Leroi Gourhan, A. 1988. *El hombre y la materia (evolución y técnica I).* Madrid.

Madoz, Pascual. Edición de 1984. *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar. Segovia.* Segovia: Caja de Ahorros y Monte de Piedad.

Magallón Botaya, M. A. 1986a. La red viaria de Las Cinco Villas. *Actas de las I Jornadas de Estudio sobre las Cinco Villas,* 95–157. Ejea de los Caballeros. DGA.

Magallón Botaya, M. A. 1986b. Cronología de la red viaria del convento caesaraugustano según los miliarios. *Estudios Homenaje al Profesor Beltrán*, 621–631. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Mariné, M. 1988. Excavación de la calzada romana del Puerto de la Fuenfría (Cercedilla, Madrid). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, nº 30: 229–254. Madrid.

Martino, Eutimio. 1989. *Los Nombres de la Conquista. II, Términos Militares.* Santander: ed. Eutimio Martino.

Menéndez Pidal, Ramón. 1951. *Los caminos en la Historia de España.* Madrid: Cultura Hispánica.

Moreno Gallo, Isaac. 2001. Características de la infraestructura viaria romana. *Ingeniería y Territorio*, volumen II, nº 56: 4–15. (Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.)

Moreno Gallo, Isaac. 2002. Infraestructura viaria romana. *I Congreso Las Obras Públicas Romanas en Hispania. Mérida, 14, 15 y 16 de septiembre,* 47–80. Madrid: Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas.

Moreno Gallo, Isaac y Rodríguez Morales, J. 2002. La vía del Puerto de la Fuenfría. *Cimbra*, nº 345, 34: 24–33. (Madrid: Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas.)

Moreno Gallo, Isaac y Muntión Hernáez, Carlos. 2002. Nosotros proponemos. . . *Piedra de rayo. Revista Riojana de Cultura Popular*, nº 7. Pamplona.

Olmo Martín, J. 1993. La fotografía aérea como apoyo a la prospección arqueológica en Castilla y León. En: *Inventarios y Cartas Arqueológicas. Homenaje a Blas Taracena. 50 Aniversario de la Primera Carta Arqueológica de España*, A. Jimeno, J. M. Val y J. J. Fernández (Eds.), 235–238. Valladolid: Junta de Castilla y León.

Pisa Menéndez, Pedro. 2001. Gallegos y asturianos por tierras de Castilla y León. Caminos reales, cañadas y vías romanas. *Ingeniería y Territorio*, III, nº 57: 34–47. (Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.)

Polibio. 1981. *Historias.* Libros I–V. Madrid: Gredos.

Quintanilla, M. 1952. Historiografía segoviana. *Estudios Segovianos*, tomo IV. Segovia: Instituto Diego de Colmenares.

Rincón, M. 1992. *Montañas de Castilla y León: cincuenta caminos.* Madrid: Penthalón.

Rodanés Vicente, J. M. 1987. *La industria ósea prehistórica en el valle del Ebro.* Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

Rodríguez de Campomanes, M. 2000. *Itinerario real de*

postas de dentro y fuera del Regno. Edición facsimil. Manuel Jesús González y John Reeder (editores). Madrid: Ministerio de Fomento.

Rodríguez Lázaro, Francisco J. y Menéndez Martínez, José M. 2001. *Los caminos de la Comunidad de Madrid. De la Antigüedad a los orígenes de la red radial*. Madrid: Dirección General de Carreteras.

Roldán Hervás, José M. 1971. *Iter ad Emerita Asturican*. Salamanca: Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Salamanca.

Roldán Hervás, José M. 1975. *Itineraria Hispana. Anejo de Hispania Antiqua*. Madrid.

Ruíz-Gálvez Priego, Marisa y Eduardo Galán Domingo. 1991. Las estelas del suroeste como hitos de vías ganaderas y rutas comerciales. *Trabajos de Prehistoria*, nº 48: 257–273. Madrid.

Ruíz Zapatero, Gonzalo. 1983. Modelos teóricos de invasiones/migraciones en Arqueología Prehistórica. *Información Arqueológica*, 41: 147–158. Madrid.

Sagredo San Eustaquio, Luis. 1990. Un miliario de Nerón en la meseta Norte. *Hispania Antiqua*, 14: 23–32. Salamanca: Universidad de Salamanca.

Tovar, A. y Blázquez Martínez, José M. 1975. *Historia de la Hispania Romana*. Madrid: Alianza Editorial.

Uriel Salcedo, José I. 2001. *Historia de los caminos de España*. Colección Ciencias, Humanidades e Ingeniería. I. Hasta el Siglo XX. 2ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

VV.AA. 2000. *Segovia Romana. Exposición del Torreón de Lozoya*. Segovia: Caja de Ahorros y Monte de Piedad.

Yagües Pérez, N. 2002. Mérida: un viaje por las técnicas constructivas de los romanos. *Cimbra*, nº 349, 34: 4–9. (Madrid: Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas.)

La bóveda del presbiterio de la iglesia del Colegio del Cardenal de Monforte de Lemos

Rosa Ana Guerra Pestonit

El Colegio de Nuestra Señora de la Antigua fue fundado en 1593 por el cardenal don Rodrigo de Castro, que le asignó este nombre debido a su devoción por la Virgen venerada en la catedral de Sevilla, ciudad de la que era arzobispo. Este nombre apenas se utiliza y se conoce a este edificio como el Colegio del Cardenal, también de la Compañía (los jesuitas fueron la primera congregación que lo regentó), o de los Escolapios, nombre de la comunidad que lo ocupa en la actualidad.

Fue concebido a imitación del monasterio de El Escorial y constituye el ejemplo más importante de la eclosión del clasicismo herreriano en Galicia. Su construcción supuso una nueva concepción arquitectónica de intervenciones unitarias con proyectos acabados y resueltos en su totalidad, sin posibilidad de añadir elementos ajenos a su estilo.

Fue en las provincia de Lugo y Ourense donde se inició este foco herreriano que llevarían a cabo arquitectos castellanos y santanderinos, relacionados con Juan de Herrera por la construcción de la catedral de Valladolid o El Escorial. Fue un estilo que en Galicia no llegó a cuajar y, como ejemplo, no se volvió a construir una cúpula trasdosada completa como la de El Cardenal.

Las obras se desarrollaron con varias paralizaciones y cambios de arquitectos. El edificio permaneció inacabado hasta el primer cuarto del siglo XX. Sufrió saqueos, incendios y pasó por etapas de abandono y casi ruina.[1] Sus fábricas presentan movimientos que tradicionalmente se atribuyen al terremoto de Lisboa de 1755. Los daños que causó en la cúpula requirieron intervenciones en el tambor en 1786 y en la linterna en 1841; hubo una intervención general de gran alcance en 1919 (Martínez González 2000), y se corrigieron problemas estructurales de la escalera principal en 1994.

En la bóveda del presbiterio varios sillares aparecen descolgados de su posición. En el testero del presbiterio hay una gran grieta vertical, atribuida al terremoto, que pudo haber causado el movimiento de la bóveda. En los años ochenta se realizaron intervenciones importantes en las cubiertas que pudieran haberle afectado.

Este trabajo afronta el levantamiento y análisis constructivo de esta bóveda. Se encuadra dentro de un estudio más amplio que conducirá a dictaminar la pertinencia y, en su caso, características de una intervención de reparación.

La construcción del Colegio

Don Rodrigo de Castro nació en Valladolid, hijo de la tercera condesa de Lemos. De su madre procede su vinculación con Monforte. Sus biógrafos lo retratan como una persona refinada y un gran amante de la cultura (Cotarelo Valledor 1945). En 1590 concibió la idea de construir en Monforte un pequeño Escorial que fuese centro de cultura, panteón familiar y museo de arte, que entregaría al cuidado de la Compañía de Jesús, debido a la amistad personal que

mantenía con miembros destacados de la congregación. En 1593 creo una Fundación y gestionó el comienzo de las obras.

Las trazas del edificio se deben al hermano jesuita Andrés Ruiz, de Segovia, y a Vermondo Resta, arquitecto de origen italiano al servicio del arzobispado de Sevilla.[2] No se conservan los dibujos de estas trazas, pero sí un documento de contratación que describe las obras con minuciosidad. Por él sabemos que el proyecto inicial fue modificado en aspectos relevantes. El edificio que se construyó parece deberse más al ingenio del hermano Juan de Tolosa, hermano del aparejador de El Escorial Pedro de Tolosa, quien asumió la dirección de las obras poco tiempo después de haberse iniciado. Juan de Tolosa es el arquitecto de la iglesia del monasterio de Montederramo (Ourense), cuyo parecido con El Cardenal apoya esta hipótesis. La lista de arquitectos y maestros canteros que intervienen en el conjunto es larga. Simón de Monasterio será el que acabe la iglesia y deje el resto del edificio en el estado en que llegó al siglo pasado.

La iglesia se encuentra en el centro del conjunto. Sigue el tipo de *Il Gesú* de Roma, de Vignola, al que se hace referencia en las condiciones de contratación.[3] Tiene planta de cruz latina con brazos cortos. Consta de una única nave con cuatro capillas laterales a cada lado, comunicadas entre sí, un transepto corto, cúpula con tambor y linterna sobre el crucero; y coro sobre la entrada principal. La nave y el presbiterio se cubren con bóvedas de cañón divididas por arcos perpiaños y decoradas con casetones, en las que se abren ventanas termales, formando lunetas.

Todo el edificio está ejecutado en cantería de granito. En el proyecto inicial se habían previsto bóvedas de ladrillo y sólo dos lunetas en la crujía central. En el documento de «condiciones para el remate de las obras» se definen de este modo:

> Item sobre este cornisamiento en la parte de dentro del templo se subirá de pie derecho tres pies formarán a plomo del vivo de las pilastras según su ancho y salida y sobre este alto se comenzarán a retumbear los arcos de la bóveda de la iglesia y juntamente los cuatro torales que todos ellos han de ser de piedra cerrados a medio punto y en cada uno de ellos por los lados a son de la bóveda arriba tendrá la caja de tres cuartas de pie de ancho y un tercio de pie de hondo la cual servirá en que encaje la bóveda.

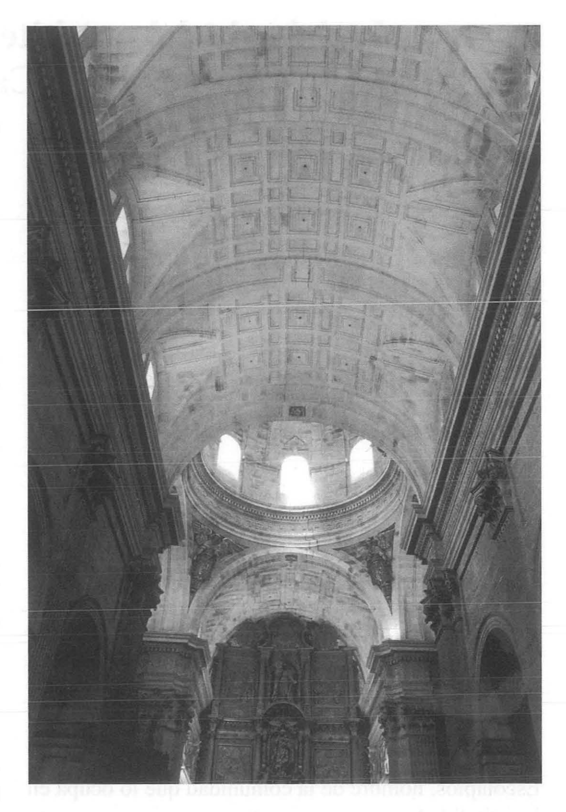


Figura 1
Bóvedas de la iglesia del Colegio del Cardenal

> Item es condición, digo los tres arcos que vienen en el cuerpo de la iglesia y los demás medios arcos que hay en la iglesia tendrán de dovelaje dos pies e los cuatro arcos torales tendrán de dovelaje tres pies e irán muy bien ligados con los medios arcos que tienen arrimados echando a lo menos en cada uno dellos dichos cuatro arcos siete dovelas enteras que tomen el ancho del arco e en medio arco que son cinco pies e siete octavas y todas las dovelas de los dichos arcos torales como todos los demás serán de diente a tardos de una pieza sin despezarlos y en los pasos dél, todos los arcos se harán unos artesones cuadrados de tres pies en cuadrado con su moldura talón alrededor . . .
> Item es condición que haya hacer sobre la misma cornisa a plomo sobre la dos capillas hornacinas del medio, dos lunetas con sus dos formas en ellas sus ventanas adornadas por de fuera y por de dentro según que en el alzado interior de la iglesia se muestra (Cotarelo Valledor 1946, 2: 271–72).

Las bóvedas que se ejecutaron no fueron las proyectadas por Andrés Ruiz y Vermondo Resta. Se carece de datos fiables que permitan atribuirlas a alguno de los arquitectos que intervinieron en la iglesia: Juan de Tolosa, Juan de Nantes,[4] Juan de Bustamante o Simón de Monasterio. La bóveda del presbiterio de Montederramo, del primero, recuerda las de Monforte en la disposición de sus lunetas y en el tratamiento ornamental diferenciado de la zona central. Las bóvedas de Santa María de Monfero, de Monasterio, presentan un encasetonado que evoca al de Monforte, pero carecen de lunetas. Pero en ninguna de estas obras se utiliza la disposición constructiva del Cardenal, diferenciando la zona de la bóveda cortada por las lunetas, con despiece de hiladas longitudinales, y la zona central aparejada con un sistema de nervios y plementos.

La bóveda del presbiterio

El presbiterio rectangular se cubre con una bóveda de cañón de una sola crujía con dos lunetas que enmarcan falsas ventanas termales. Sus dimensiones en planta son 9,59 x 5,48 metros. Arranca sobre una cornisa que recorre toda la iglesia, a 12,88 metros de altura sobre el pavimento actual, a 46 pies (12,98 m) sobre el original. La bóveda se apoya en los dos «medios arcos», según se definen en las condiciones de contratación, «arrimados» y «muy bien ligados» a los del testero y el toral. Está perforada en siete puntos y su extradós es accesible, lo que ha permitido medir su espesor que es, con pequeñas variaciones debido a sus irregularidades, 24 cm en las partes rehundidas y 30 cm en las resaltadas. Las enjutas están rellenas hasta el nivel de las aristas superiores de las lunetas.

Existen varios levantamientos gráficos de la iglesia con distinto grado de rigor y notables diferencias entre ellos, sobre todo en la definición de los elementos inaccesibles. Se realizó un nuevo levantamiento, pudiendo constatarse una importante deformación. Se abordó un estudio metrológico para encontrar el sistema de medidas utilizado y se ha elaborado un modelo geométrico.

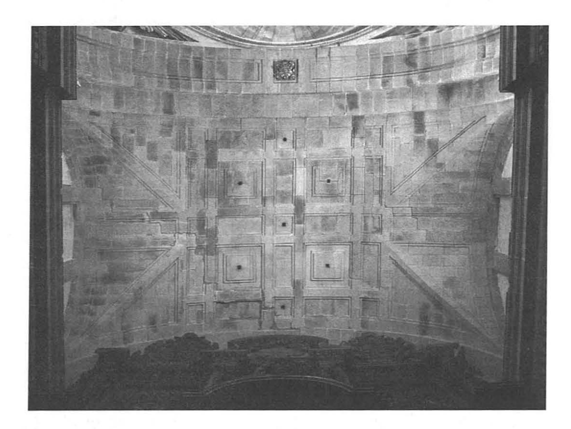


Figura 2
Fotografía cenital de la bóveda del presbiterio

Levantamiento

Para la toma de datos se utilizaron una estación total láser sin reflectante con puntero coaxial, un distanciómetro láser y cinta tradicional. Se realizaron dos sesiones de trabajo con la estación. En la primera se registraron 496 puntos singulares de la bóveda. Se marcaron cuatro puntos en los pilares del crucero que se utilizaron como referencias para relacionar los archivos de las distintas partes de la iglesia. La nube de puntos obtenida se procesó en un programa de CAD, uniendo los puntos con segmentos rectilíneos para facilitar su legibilidad. Dado que los resultados indicaban una importante deformación se repitió parcialmente la toma de datos para descartar un error. Se utilizó un equipo distinto y se confirmó la fiabilidad del levantamiento anterior. Las mediciones en el extradós de la bóveda se realizaron con cinta y distanciómetro. La toma de datos se completó con una colección de fotografías.

Análisis metrológico

Se buscó la definición del valor del pie para identificar las dimensiones originales puesto que en estas obras se utilizaba un repertorio limitado de múltiplos y divisores del pie.

En la publicación de 1886 de las equivalencias entre las medidas antiguas y el Sistema Métrico del Instituto Geográfico y Estadístico (1886 [2003]), aparece para la provincia de Lugo un valor de la vara de 0,855 metros, de lo que resultaría un pie de 28,5 cm. Benítez García (1975) indica una longitud de 32,5 cm para el pie monfortino.

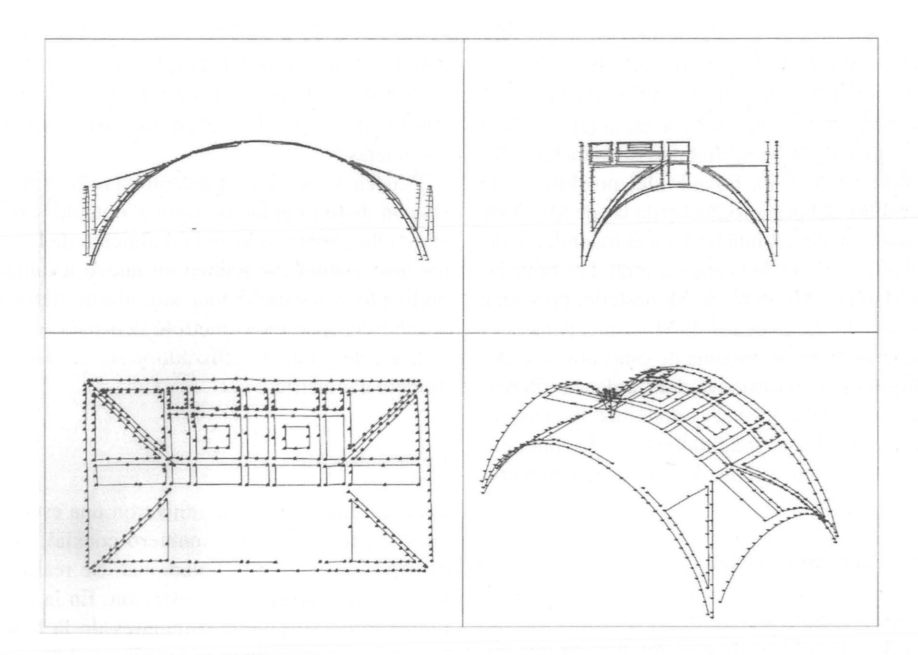


Figura 3
Vistas de la nube de puntos obtenida con la estación total. Los puntos se han unido con líneas para hacerlos legibles

Se tomaron medidas directas en un pilar del crucero con resultados dispersos. En dos de las medidas se cuadra el pie de 28,5 cm. El resto apunta a una dimensión que excede de los 28 cm, Las tolerancias de construcción distorsionan los resultados en longitudes tan pequeñas. Los resultados obtenidos son:

1,122 m = 4 x 28,05 cm
1,416 m = 5 x 28,32 cm
1,140 m = 4 x 28,50 cm
1,690 m = 6 x 28,17 cm
1,995 m = 7 x 28,50 cm

Para obtener una dimensión más fiable se accedió al interior del tambor de la cúpula y se realizó una medición directa de su diámetro con distanciómetro. Los resultados fueron:

diámetro máximo = 10,16 m
diámetro mínimo (nervios) = 9,88 m

36 pies de 28,22 cm = 10,16 = 12 varas
35 pies de 28,22 cm = 9,88

Freire Tellado (1998) realiza un estudio semejante utilizando, además de las pilastras, el ancho de la puerta principal, ventanas de fachada y espesor del zócalo, y comparando sus valores con los indicados en el contrato de obras. En sus resultados selecciona

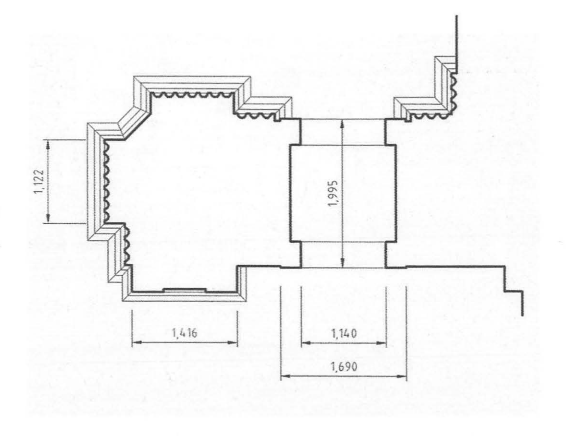


Figura 4
Mediciones de un pilar del crucero

tres dimensiones como posibles valores para el pie: 28,127; 29,606 y 28,222 cm. Esta última coincidiría con la obtenida de la medición de la cúpula y es la que se ha considerado correcta.

El valor del pié se ha establecido, por tanto, en 28,22 cm. Sus submúltiplos serían 1/2, 1/3, 1/4, 1/6, 1/8 y 1/12 de pie. Su múltiplo, la vara, tendría un valor de 84,66 cm, equivalente a tres pies y se dividiría según otra serie en 1/2 vara, cuarta, sexma (1/6 = 1/2 pie) y ochava (1/8).[5] Este valor debe ser aceptado con cautela. Es posible que los distintos maestros canteros que trabajaron en la obra utilizaran distintos pies. Otra incertidumbre es el alcance de las restauraciones que sufrió la cúpula y las variaciones que pueda mostrar respecto a la geometría original.

Modelo geométrico

Con los datos obtenidos de la estación y el repertorio de medidas del análisis metrológico se elaboró una hipótesis del modelo geométrico que habría servido para la construcción de la bóveda. Se midieron los parámetros de luz y peralte en los arcos extremos de la bóveda principal y de las lunetas y, dada las diferencias y asimetrías que se desprenden del levantamiento, se tomaron los arcos que se adaptaban mejor a unidades derivadas del pie de 28,22 cm. El repertorio de dimensiones extraídas del levantamiento es el siguiente:

Arco de la bóveda principal en el testero:
Luz: 9,52 m
Peralte: 0,64 m

Arco de la bóveda principal en el toral:
Luz: 9,59 m = 34 pies
Peralte: 0,60 m = 2 1/8 pies

Formero de la luneta derecha:
Luz: 5,32 m
Peralte: 1,43 m

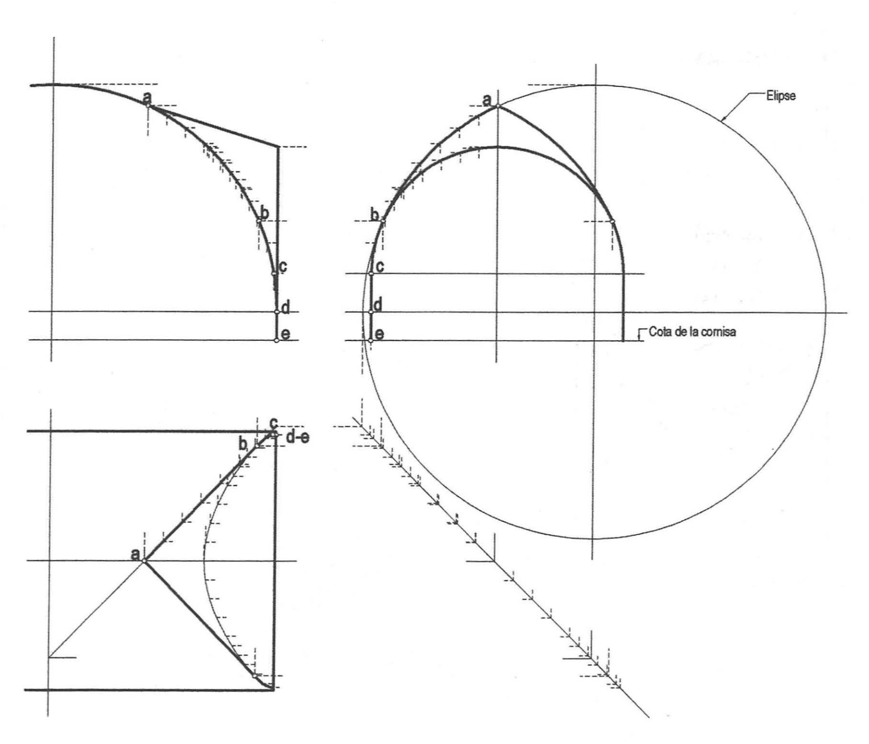


Figura 5
Modelo geométrico de la arista de las lunetas

Formero de la luneta izquierda:
Luz: 5,36 = 19 pies
Peralte: 1,41 = 5 pies

El modelo geométrico se elaboró, con las dimensiones de la bóveda principal correspondientes al arco toral y con las de la luneta izquierda.

En el siguiente paso se definió la geometría de las lunetas. Responden al modelo de «luneta apuntada y capialzada» que resuelve la intersección entre las superficies de la bóveda principal y la del luneto mediante dos arcos de elipse que se proyectan horizontalmente como dos rectas concurrentes (Calvo López 2000). Esta solución aparece por primera vez en el tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás. En él indica la resolución para el caso de arcos de medio punto con impostas a igual cota y recomienda que la luz de la luneta sea la mitad de la de la bóveda, si bien contempla que «Otras veces se levantarán las formas de pie derecho, por levantar la luneta. . . Otras se rebaxan, y todo pidiéndolo la necesidad de la obra, estará bien dispuesto». (San Nicolás 1639 [1989], 139–40). Las aristas de intersección entre las dos superficies serán dos arcos de elipse que se proyectarán horizontalmente según dos rectas formando entre sí un ángulo de 90°. En el tratado del padre Tosca se resuelve con las mismas proporciones (Tosca 1727 [1998], 233–36).

En la bóveda de Monforte presentan una mayor complejidad. La bóveda principal y los formeros de

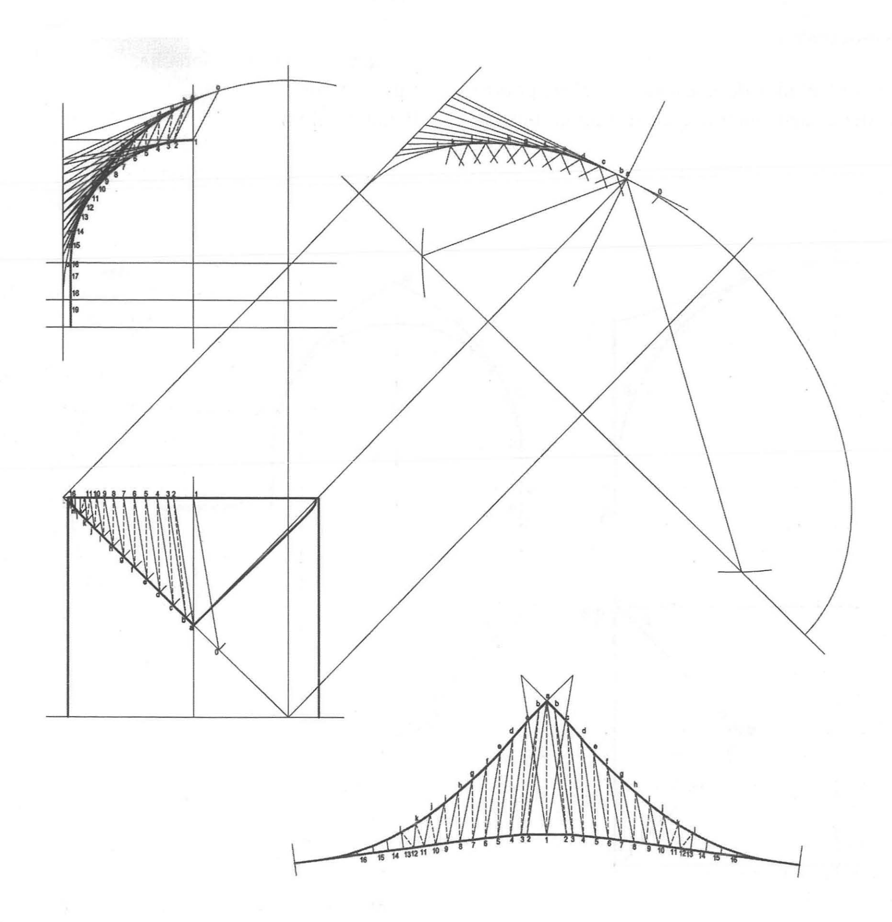


Figura 6
Determinación geométrica y desarrollo de la convoluta que define la superficie de las lunetas

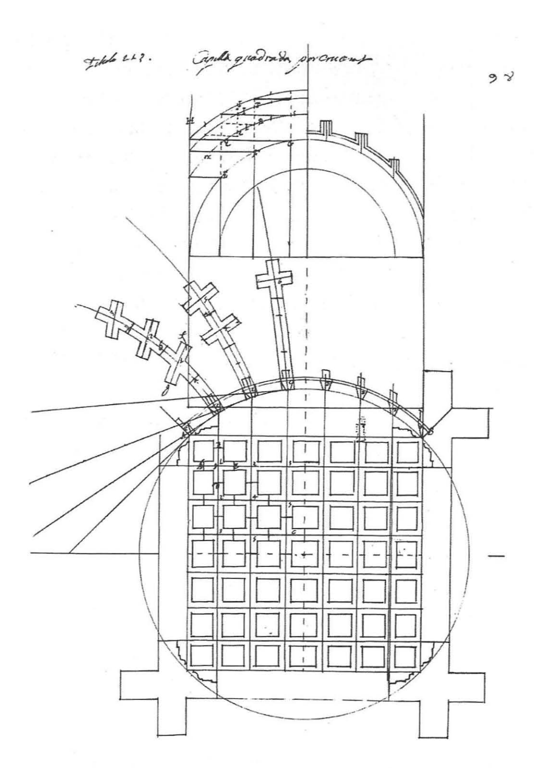


Figura 7
Capilla cuadrada por cruceros en el tratado de Alonso de Vandelvira. En la sección, a la izquierda *nervios cuadrados*, orientados radialmente. A la derecha, *nervios revirados*, orientados verticalmente

las lunetas están peraltados con distintas alturas. La proyección de los puntos de las aristas obtenidos con la estación son dos rectas formando un ángulo cercano a los 90º. Su determinación exacta es difícil pues las asimetrías son importantes. Al aproximarse a las impostas estas proyecciones se curvan. El vuelo de la cornisa no permitió obtener datos de las impostas.

La diferencia en los peraltes de los arcos hace que las aristas no se puedan definir únicamente como los dos arcos de elipse resultantes de la sección de la bóveda principal por dos planos verticales que pasan por los arranques del formero de la luneta. De hacerlo así, se proyectarían lateralmente ocultando parcialmente la ventana. La solución es una arista alabeada compuesta por cuatro tramos enlazados entre sí en cada rama: a-b: arco elíptico generado por la sección



Figura 8
Extradós de la bóveda. Se aprecia una hilada longitudinal que sobresale radialmente en el límite entre la zona central y la de las lunetas

vertical de la bóveda; b-c: curva de cuarto grado resultante de la intersección de los cilindros de la bóveda principal y el que tiene por directriz el formero de la luneta; c-d: arco de circunferencia correspondiente a la sección recta del cilindro de la bóveda; y d-e: recta vertical. En proyección horizontal el arco de elipse a-b se proyecta como una recta tangente a la proyección de la curva de intersección de los dos cilindros.

La superficie de la luneta se definió como una convoluta. Ésta superficie se genera por un plano tangente a dos curvas no coplanarias. La recta que une los puntos de tangencia con las curvas será un elemento de la superficie. Ésta será la envolvente de las distintas posiciones de esta recta, para los distintos planos tangentes. Es una superficie reglada de simple curvatura, por tanto desarrollable. Las curvas directrices de las lunetas serán la arista y el formero.[6]

Despiece de la bóveda

En la bóveda principal aparecen dos tipos de despiece. Desde las impostas, ascendiendo hasta los vértices de las lunetas, las juntas visibles discurren paralelas al eje de la bóveda. En la zona central se disponen formando una decoración de casetones, cuyo despiece parece indicar una estructura de nervios y plementos. No se ha podido determinar con

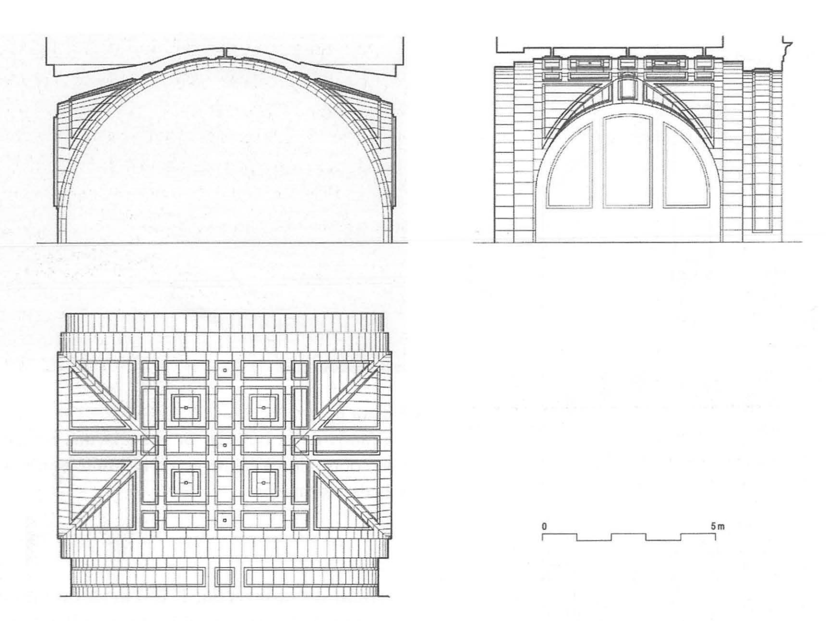


Figura 9
Planta cenital reflejada y secciones de la bóveda

certeza si estos nervios se disponen radialmente o si se proyectan verticalmente. Vandelvira contempla en su tratado ambas disposiciones al desarrollar los distintos tipos de capillas por cruceros (Barbé-Coquelin de Lisle 1977, 2: fol. 97 v.–99 r.) . Dado su escasa profundidad se ha optado por dibujarlos radialmente.

En el extradós, las últimas hiladas longitudinales, en el límite ente la zona de los lunetos y la banda central, sobresalen en la dirección radial.

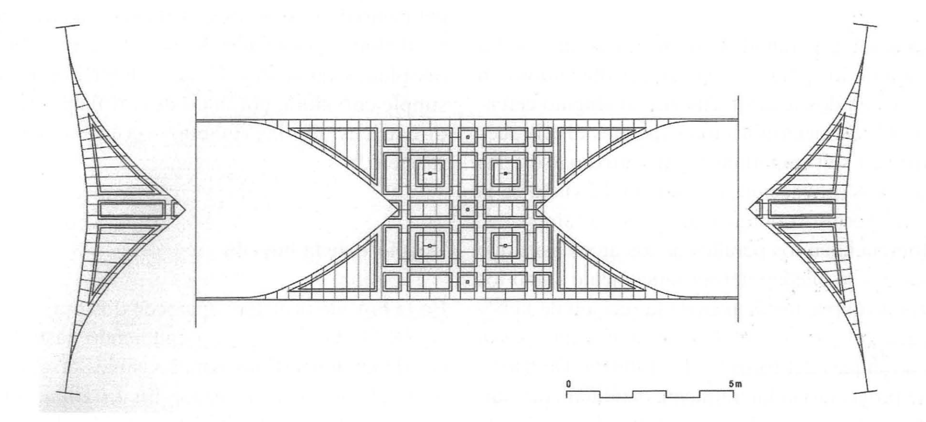


Figura 10
Desarrollo de la bóveda principal y de las lunetas representando las juntas visibles

Esto indica un adelgazamiento de la bóveda en la parte central.

Las juntas visibles de la luneta y la bóveda se cortan en puntos de la intersección de ambas superficies. Como indica Calvo López (2000):

> Por lo tanto, la distribución de juntas del luneto condiciona la de la bóveda y viceversa. En principio puede pensarse en dividir en partes iguales el cañón, hallar su intersección con la arista y trazar las juntas del luneto desde estos puntos a los que dividen el arco en partes iguales. Pero otras veces se buscan soluciones en las que las juntas del luneto sean, no paralelas entre sí, pero sí al menos paralelas en planta, vistas desde abajo. En tal caso es imposible que las juntas de la bóveda estén distribuidas a intervalos regulares, por lo que es necesario optar por la regularidad de la bóveda o la del luneto.

El modelo de despiece de esta parte es el que ofrece más incertidumbre. Los registros de las juntas en las intersecciones con la bóveda y en el arco formero presentan deformaciones y en la propuesta dibujada se han regularizando las diferencias obtenidas. El resultado ofrece dudas y necesita una comprobación más precisa para determinar con fiabilidad el modelo. Lo que si se ha podido constatar es que una banda de hiladas en la parte inferior son de mayor dimensión que el resto, lo que puede indicar una zona inferior de lechos horizontales.

Conclusiones

El levantamiento de la bóveda del presbiterio del Colegio del Cardenal pone de manifiesto una importante deformación respecto a un modelo geométrico regular. Las asimetrías en los despieces indican que la bóveda se adaptó a una planta ligeramente irregular desde su construcción. Las grietas que presenta indican movimientos posteriores. Se ha dibujado el modelo geométrico probable que fue utilizado en su concepción, pero los datos disponibles no resuelven las incertidumbres sobre la dirección en la que sobresalen los nervios y sobre la disposición de las juntas visibles de las lunetas (si su proyección en planta forma líneas paralelas o no).

El despiece de la zona central parece indicar una estructura de nervios y plementos. La escasa profundidad de estos nervios ofrece dudas sobre el enlace entre ambos elementos.

Un análisis fotogramétrico permitirá representar el estado real de la bóveda y depurar el modelo geométrico que se aporta en este trabajo. Por último, el estudio de las juntas del extradós, descubriendo la capa de mortero que lo recubre, ofrecerá datos que permitan establecer una hipótesis fiable sobre la disposición constructiva la zona central.

Notas

1. En 1915 el arquitecto de la Casa de Alba don Francisco Pérez de los Cobos redactó una Memoria-Proyecto en la que dice: «El edificio, tan como está hoy, está completamente inhabitable . . . Hay bóvedas vencidas, muros desnivelados, toda la techumbre amenaza con desplomarse; dos patios, uno en ruinas y el otro sin terminar, no dejan lugar a dudas de que en un plazo, pero muy breve, el edificio desaparecerá . . . En la cúpula se ven grietas radiales de mala naturaleza, que según dicen llevan mucho tiempo así, al igual que las que hay en los arcos torales . . . Le siguen en importancia los daños de la bóveda del altar mayor» (Pérez de los Cobos 1915).
2. Andrés Ruiz es el autor de las trazas del retablo mayor de la iglesia de Villacastín (Segovia) y de las de la iglesia de la Compañía de Segovia (Bonet Correa 1984). Vermondo Resta desenvuelve su actividad en Sevilla, primero como arquitecto del arzobispado y finalmente como maestro mayor del Alcázar. Es coetáneo de Alonso de Vandelvira y coinciden en la misma ciudad durante su etapa sevillana (Marín Fidalgo 1988).
3. «Y este cornisamiento tendrá así en el arquitrabe como en la cornisa todos sus miembros y medidas según Viñola enseña en su libro de las cinco ordenes de arquitectura en este orden corintio al cual autor y orden suya se seguirá puntualmente en todos los miembros, cornisas, capiteles, impostas e todos los demás miembros y ornato que dentro e fuera de este templo se ha de hacer» (Condiciones para el remate de las obras 1592, 14r). E «Item es condición que el dicho maestro haya de hacer el ornato desta iglesia por la parte de adentro que ha de ser de orden corintia así como también el del coro y portada principal de la iglesia haya de guardar y ejecutar puntualmente las medidas y orden que da y enseña Jácome de Viñola en su libro de las cinco ordenes de la arquitectura como en otra condición se ha dicho» (Condiciones para el remate de las obras 1592, 25r).
4. Juan de Nantes, arquitecto de las Angustias de Valladolid, es llamado para acabar la iglesia de Monforte, pero es probable que nunca haya llegado a trabajar en ella. Se desconoce cuál fue la aportación de Juan de Busta-

mante, del que se desconocen otras actividades (Bonet Correa 1984, 1981–82).

5. En el documento de contratación, las medidas de la iglesia las medidas se expresan en pies con sus submúltiplos, y en dedos. Unidad curiosa es la que establece «que no pase en las juntas el canto de un real de a ocho» En la parte que se refiere a las escuelas y la casa aparece la braza y se indica su patrón: «las cuales dichas paredes y cimientos se han de contar por brazas y las brazas con las que se han de medir será la que está señalada en la puerta de la iglesia mayor de la ciudad de Orense que es la braza que comúnmente se usa en este reino en tales medidas» (Condiciones para el remate de las obras 1592). En la tasación que Juan de Tolosa realiza en 1598 utiliza la vara y sus submúltiplos con regularidad (Tasación de lo obrado y cláusulas para la prosecución de las obras 1598).
6. La convoluta se aproxima razonablemente a la superficie de las lunetas. Como se aprecia en el gráfico de su definición, las líneas tangentes comunes a las curvas directrices no se corresponden con la dirección de las juntas vistas. Si éstas son rectas, la luneta estará ligeramente alabeada. Si se adaptan a la convoluta, entonces serán las líneas de las hiladas las que se curven ligeramente.

LISTA DE REFERENCIAS

Barbé-Coquelin de Lisle, Geneviève. 1977. *El Tratado de Arquitectura de Alonso de Vandelvira*. Vol. 2. Albacete: Caja de Ahorros Provincial.

Benítez García, Alberto. 1975. *Factores de conversión de unidades*. Madrid: Librería Técnica Bellisco. Citado en Freire Tellado, Manuel J. 1998. Los trazados de montea de factura renacentista del edificio de los escolapios de Monforte de Lemos (Lugo). En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por F. Bores Gamundi et al., 180. Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de A Coruña.

Bonet Correa, Antonio. 1984. *La arquitectura en Galicia durante el siglo XVII*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Calvo López, José. 2000. Lunetas y arcos avanzados. El trazado de un elemento constructivo en los siglos XVI y XVII. En *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por A. Graciano García et al., 1: 165–75. Madrid: Instituto Juan de Herrera.

Condiciones para el remate de las obras del Colegio de Nuestra Señora de la Antigua. 1592. Archivo del Colegio del Cardenal de Monforte de Lemos. Leg. 2, número 2. Citado en Lorenzana Lamelo, Maria Luisa. 1989. *Aportación documental al estudio histórico-artístico de dos fundaciones monfortinas: El colegio de la Compañía y el convento de las Clarisas*. Lugo: Diputación Provincial. Y en Cotarelo Valle4*drigo de Castro y su Fundación en Monforte de Lemos,* 2: 264–92. Madrid: Magisterio Español.

Dirección General del Instituto Geográfico y Estadístico. 1986. *Equivalencias entre las pesas y medidas usadas antiguamente en las diversas provincias de España y las legales del sistema métrico decimal*. Copia en línea en la página electrónica del Centro Español de Metrología del Ministerio de Ciencia y Tecnología. [Consulta: 20 de julio 2003] Disponible en la World Wide Web: <http://www.cem.es/equival_ant/index.htm>

Freire Tellado, Manuel J. 1998. Los trazados de montea de factura renacentista del edificio de los escolapios de Monforte de Lemos (Lugo). En *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, editado por F. Bores Gamundi et al., 173–180. Madirid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU, Universidad de A Coruña.

Lorenzana Lamelo, Maria Luisa. 1989. *Aportación documental al estudio histórico-artístico de dos fundaciones monfortinas: El colegio de la Compañía y el convento de las Clarisas*. Lugo: Diputación Provincial.

Marín Hidalgo, Ana. 1988. *Vermondo Resta*. Sevilla: Diputación Provincial.

Martínez González, Esteban. 2000. *Colegio Nuestra Señora de la Antigua (Monforte de Lemos)*. Leon: Evergráficas.

Perez de los Cobos, Francisco. 1915. Proyecto de conservación, reforma y ampliación del Colegio de Nuestra Señora de la Antigua de Monforte de Lemos. Archivo del Colegio del Cardenal de Monforte. Mecanografiado.

San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1639 [1989]. Arte y Uso de Arquitectura. Primera Parte. Madrid. Ed. facs.de la de Plácido Barco López de 1796. Zaragoza: Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón.

Tasación de lo obrado y cláusulas para la prosecución de las obras. 1598. Archivo del colegio del Cardenal de Monforte de Lemos. Leg. 2 nº 5. Citado en Cotarelo Valledor, Armando. 1945. *El cardenal don Rodrigo de Castro y su Fundación en Monforte de Lemos*. Madrid: Magisterio Español. 2: 307–24.

Tosca, Tomás Vicente. 1727 [1998]. *Tratado de la montea y cortes de cantería*. Madrid: Imprenta deAntonio Marín. Ed. facs. Valencia: Librería París-Valencia.

Armaduras ocultas de madera en tratados españoles y franceses

Rafael Hernando de la Cuerda

En la *Historia de la Arquitectura* de Auguste Choisy (1899), cuando describe la construcción de armaduras de madera de la Arquitectura Gótica, nos explica como se modifican las cubiertas de protección de las bóvedas, cuando se las destina a permanecer visibles. Este aspecto en la construcción de armaduras de madera es el que guía el presente estudio que forma parte de un proyecto de investigación más amplio que pretende analizar los sistemas constructivos, su evolución, y sus similitudes y diferencias en los medios que se utilizan, en las armaduras de madera cuando se plantean para que queden ocultas, y cuando se las destina para que queden visibles (Choisy [1899] 1980).

Para analizar los sistemas constructivos y su evolución, además de la toma de datos y análisis de las armaduras de madera conservadas, es necesario el estudio de las fuentes escritas y tratados que han llegado a nuestros días, donde se explica, en mayor o menor medida según casos, el proceso de ejecución y como se efectúa su trazado. Los tratados y técnicas de la carpintería que expongo han sido ampliamente estudiados por diversos autores. En este caso únicamente analizo la parte de estos tratados, con armaduras de madera y los factores que determinan o posibilitan que estas queden ocultas o vistas.

Hasta el Renacimiento, salvo algunas excepciones, la transmisión de los conocimientos de arquitectura y construcción se producía, verbalmente o mediante dibujos entre profesionales expertos que habían superado la larga formación de aprendiz, oficial y capataz, y alcanzado el grado de maestro, dentro de cada uno de los gremios (aprendiz, oficial lacero, y geómetra en el gremio de los carpinteros de lo blanco).

Los miembros de los gremios estaban sometidos a regulaciones, entre las que se encuentra la obligación de mantener en secreto los conocimientos adquiridos. Esto, y el hecho de ser manuscritos (la imprenta posteriormente multiplica su difusión), explica que hasta el siglo XVI, dispongamos de muy pocos documentos y textos.

En España las ordenanzas de carpinteros regulaban el oficio de los carpinteros de lo blanco (carpinteros especializados en la construcción) así llamados por utilizar maderas claras (abetos, pinos), de los carpinteros de lo prieto (carpinteros que se ocupaban en las artes industriales y agrícolas) así llamados por utilizar maderas oscuras, (roble, nogal, álamo negro, encina), de los vigoleros (carpinteros de instrumentos musicales), y de los entalladores (carpinteros de tallas y retablos). Estas ordenanzas de los carpinteros que llevaban en vigor muchos años, fueron pregonadas en Granada a principios del siglo XVII, y posteriormente se publicaron en Sevilla en 1632 (Nuere 2001).

La fuente más antigua que se conserva sobre la construcción gótica es el *Álbum* de Villard de Honnecourt (1235 y posteriores) que actualmente dispone de 33 hojas por ambas caras (Erlande-Brandenburg 1991).

A partir del Renacimiento, se publican, tratados generales sobre arquitectura con capítulos de construcción dedicados a la carpintería de armar y algunos tratados específicos de carpintería.

- Siglo XV. Se publica *De Re Ædificatoria*, el tratado de arquitectura de Leon Battista Alberti (1404–1472) escrito en latín antes de 1452, presentado en esta fecha al Papa Nicolás V y publicado por primera vez en Florencia en 1485 (Alberti 1582).
- Siglo XVI. En este siglo, los textos que nos han llegado tienen un importante carácter teórico. En Francia se publica en 1561 en París el primer texto dedicado íntegramente a la carpintería, *Nouvelles inventions pour bien bastir et à petit frais*, de Philibert de L´Orme. En Italia, se publican *Los Siete libros de Arquitectura* de Sebastiano Serlio (1537–1575) y *Los cuatro libros de Arquitectura* de Andrea Palladio (Palladio 1570). En España se publican los *Veintiún libros de los ingenios y las máquinas* (1575–1595) de Juanelo Turriano, primer libro de arquitectura civil hidráulica conocido.
- Siglo XVII. Aparecen los primeros manuales prácticos de carpintería que reproducen los usos tradicionales del oficio. En España se publica la primera y segunda parte de las reglas de la carpintería, escrito por Diego López de Arenas en 1619 (Candelas 2000). En Francia se publica *Le Theatre de L´art de charpentier* escrito por Mathurin Jousse en 1627. Tratados generales de arquitectura (Jousse 1627). En España se publican el primer y segundo tomos en 1639 y 1664 del *Arte y uso de la Arquitectura* de Fray Lorenzo de San Nicolás, y de esta época es el *Breve compendio de la carpintería y tratado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la geometría y puntas del compás* de Rodrigo Álvarez (1600–1700) (San Nicolás 1639 y 1664; Álvarez 1600–1700).

En todos los tratados generales franceses publicados en este siglo (Pierre Le Muet en 1623, Savot en 1624, Augustin-Charles D´Aviler en 1691 y Pierre Bullet en 1691) la carpintería de armar ocupa una parte importante.

VILLARD DE HONNECOURT. 1235. *ÁLBUM*

El *Álbum* de Villard de Honnecourt está escrito para profesionales expertos y además de la estereotomía, replanteos y albañilería, da ejemplos de ingenios e instrumentos diversos en el ejercicio de la profesión, expone reglas geométricas de construcción y dibuja armaduras de madera. La carpintería esta representada en las láminas 34, 39 y 45.

Puentes

Lámina 39. Procedimientos y diseños para la construcción. En el dibujo que corresponde al puente el texto bajo el dibujo es: «de este modo se hace un puente por encima del agua [con] estacas de veinte pies de largo».

Forjados

Lámina 45. Ingenios e instrumentos diversos. Máquina para cortar pilotes bajo el agua. Enrayado de rueda. Puntal para enderezar una casa inclinada. Modelo de ensamblaje de vigas de madera cortas. En el dibujo que corresponde al modelo de ensamblaje de vigas de madera cortas, el texto bajo el dibujo es: «así se disponen en una torre o una casa, las vigas excesivamente cortas».

Cubiertas

Lámina 34. Modelos de armaduras de carpintería de iglesia. Linterna monástica. En el dibujo superior izquierdo el texto es: «aquí podéis ver una buena y ligera techumbre para cubrir una capilla abovedada». En el dibujo superior derecho: «pero si lo que queréis es una buena y ligera techumbre abovedada con vigas, fijaos en ésta». En el dibujo inferior izquierdo: «he aquí la carpintería (armadura) de un sólido colgadizo» (fig. 1).

Los dibujos explican los detalles de uniones y el embarbillado de los elementos. De las armaduras de madera descritas las dos del lado izquierdo en los dibujos de Villard se plantean para que queden ocultas. La armadura izquierda superior representa un entramado básico de una armadura de palomillas. Según el dibujo de Villard la luz de la armadura es bastante pequeña, por el espesor relativo de los muros de fábrica y por que cada par parece ser de una sola pieza. Además la entrega del puente debilita los pares, y los pies derechos también los debilitan en esos mismos

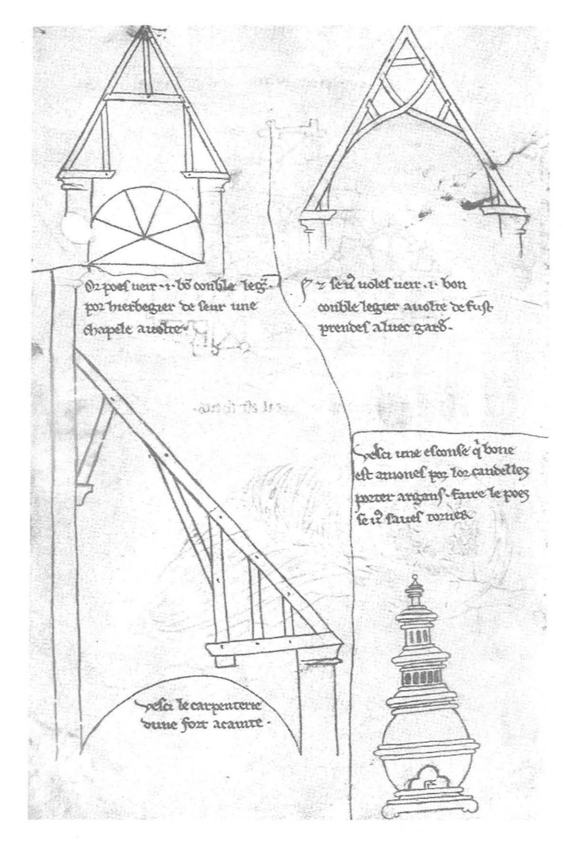


Figura 1
Cuaderno de viaje de Villar de Honnecourt. Lamina 34

puntos, ya que los puntos del dibujo indican espigas de sujeción. La armadura izquierda inferior es una armadura destinada a cubrir una bóveda lateral. Aparentemente el par también parece ser de una sola pieza, con tres pies derechos sobre un nudillo (según la nomenclatura de la armadura de palomillas) y dos jabalcones en la parte superior del par. Aparentemente las sujeciones de todas las piezas se realizan mediante espigas. La armadura derecha superior en el dibujo de Villard se plantea para quedar vista. La armadura derecha superior representa un entramado de pares con nudillo superior, riostras curvas en tijera y pilarejos laterales inferiores. Las uniones de los pares con el nudillo superior se realizan mediante espigas y las uniones de las riostras curvas en tijera y pilarejos se realiza a media madera.

Jacques Heyman ha estudiado de manera pormenorizada el funcionamiento estructural de las dos armaduras superiores de la lámina 34 del cuaderno de Villard y de dos ejemplos que utilizan estos tipos de armadura. El proceso general que sigue Heyman para realizar un estudio o análisis detallado de las armaduras de madera, es el siguiente.

- Idea una geometría satisfactoria para la armadura. La triangulación básica de una armadura debe ser tal que todas las piezas trabajen en lo posible a compresión (o, por supuesto, a tracción pura), debiendo evitarse la flexión. Si el proyecto se realiza de esta manera las tensiones serán muy bajas, y las escuadrías de las piezas no serán importantes. Así, no necesitamos saber con precisión las magnitudes de las cargas aplicadas.
- Comprueba que se disponga de ensambles adecuados entre las piezas.
- Revisa que la techumbre en su conjunto tenga una determinada estabilidad longitudinal, mediante atado de las armaduras de alguna forma.
- Comprueba con especial atención al apoyo de las armaduras sobre los muros de fábrica, cuando el proyecto completo descansa sobre el resto de la fábrica, conociendo que el principal problema es el resistir adecuadamente el empuje horizontal de los pares (Heyman 1995).

En estos análisis se ha considerado la armadura como un sistema plano (todos los esfuerzos actúan en el plano de la armadura, que es un plano perpendicular al eje de la nave o del crucero, según el caso). Las fuerzas longitudinales efectivamente serán pequeñas en el caso de una techumbre entre torres o hastiales. Sin embargo para conseguir la estabilidad global lo adecuado es que se encuentre arriostrado en la dirección longitudinal. Este arriostramiento lo podemos conseguir mediante hileras y correas o con riostras diagonales en el plano de los pares. Si la techumbre no termina en un hastial plano hay que tomar medidas adicionales (figs. 2, 3 y 4).

Auguste Choisy en la figura 218 de la *Historia de la Arquitectura* cuando estudia la cubierta sobre las

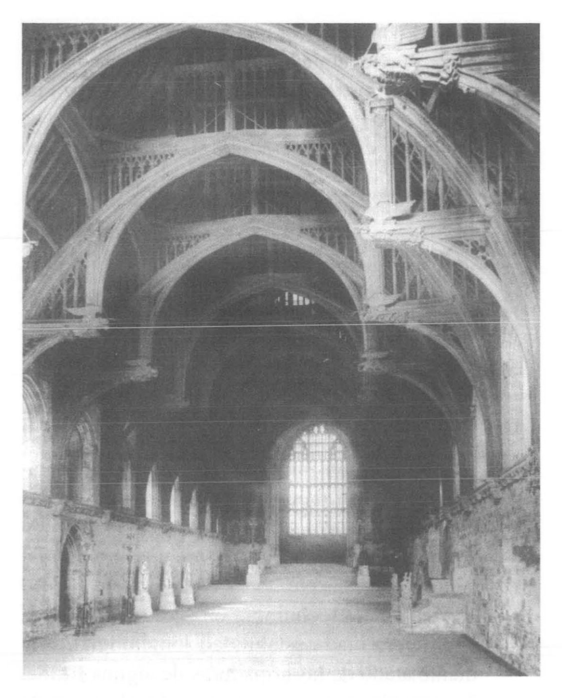


Figura 2
Westminster Hall. Armadura de palomillas

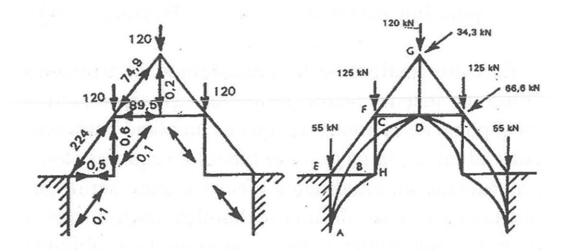


Figura 3
Armadura de palomillas. Armadura oculta en el tratado de Villard. Estudio de Heyman sobre la armadura a la vista de Westminster Hall. Esfuerzos y peso propio y carga de viento en la armadura

bóvedas (armadura de madera construida para quedar oculta), nos explica que la solución propuesta por Villard permite que la carrera de apoyo pueda estar a altura inferior que la clave de la bóveda de fábrica (fig. 5)

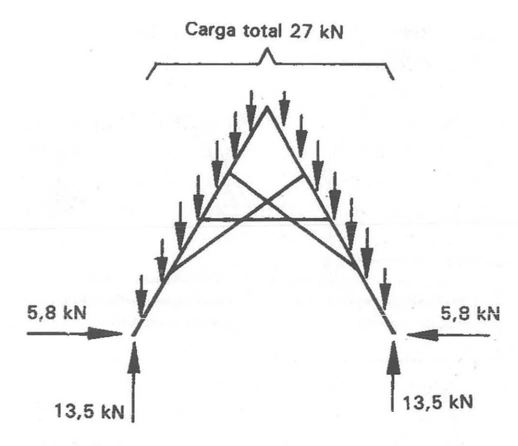


Figura 4
Armadura de pares con nudillo superior, riostras curvas en tijera y pilarejos laterales inferiores. Armadura vista en el tratado de Villard. Estudio de Heyman sobre las armaduras ocultas de las armaduras del siglo XIII de la Abadía de Westminster. Esfuerzos

En el dibujo de la derecha de la figura 218, el tirante que conecta los estribos absorbiendo el empuje de los pares, para que no se transmita al muro imposibilita que el estribo quede a una altura inferior que la clave de la bóveda de fábrica. Aunque Choisy habla del croquis de Villard, entendiendo que se refiere a la armadura de palomillas en la descripción gráfica que hace no se corresponde su representación.

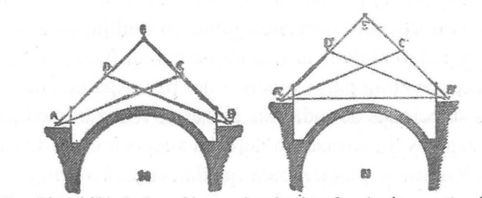


Figura 5
Auguste Choisy. Historia de la arquitectura. Arquitectura gótica

Leon Battista Alberti (1404–1472). 1485. *De Re Ædificatoria*

Este tratado tuvo una importante difusión en su época y gran repercusión en la arquitectura posterior. Respecto a la construcción de armaduras de madera, pudo influir de manera importante en la dirección del ocultamiento de estas armaduras, o directamente en su menor o utilización.

Alberti en el capitulo XI del libro VII aboga firmemente por que los techos de los templos sean de bóveda por causa de la dignidad, de la perpetuidad y para que no estén sujetos a incendio.

En el capitulo XII del libro III expone algunos consejos destinados a garantizar la estabilidad de la madera en relación con el funcionamiento mecánico de las vigas. Recomienda que en caso de existir imperfecciones en la madera queden en la cara superior por la compresión (acortamiento) en las fibras superiores y la tracción (alargamiento) en las inferiores. Expone que se debe estudiar la solución dada al apoyo en los muros, y que se debe cuidar la situación de las piezas en obra, insistiendo en que queden adecuadamente ventiladas y no en contacto con la cal. Aconseja sobre la calidad de la madera, la adecuación de sus características al uso para el que se destinan y el sistema de ensamble.

Philibert de L'Orme. 1561. *Nouvelles inventions pour bien bastir et à petit frais*

Es el primer texto dedicado íntegramente a la carpintería. El sistema de carpintería propuesto por Philibert De L´Orme está muy alejado de los sistemas tradicionales del oficio y es una propuesta de un sistema de carpintería que se basa en una teoría nueva de la utilización de la madera en construcción. Se trata de un método de construcción de arcos, generalmente de medio punto por superposición de tablas encamonadas ensambladas con clavijas de madera. El tratado se divide en dos libros, el Libro I de formación de cubiertas y el Libro II de techos abovedados, e incluye numerosas láminas en las que se describen minuciosamente la geometría y dimensiones de las piezas a utilizar, los sistemas de ensamble, la solución del arriostramiento longitudinal (emplea la perspectiva en la mayoría de los casos) y el apoyo de las armaduras sobre los muros de fábrica.

En los sistemas de ensamble de elementos para obtener piezas mayores, además de las estructuras de Philibert De L´Orme, que unen las tablas colocadas de canto, están las propuestas por Faustus Verantius, que lo hacen situando piezas situadas de plano.

En este tratado con la descripción en detalle de los elementos, conscientemente utilizados, algunos dibujos, son posiblemente los primeros detalles constructivos de la historia de la construcción de la carpintería, tal como hoy entendemos estos detalles constructivos, incluyendo la nomenclatura de las piezas y el acotado.

Los Siete libros de Arquitectura (1537–1575) de Sebastiano Serlio, los *Cuatro libros de Arquitectura* (1570) de Andrea Palladio, y los *Veintiún libros de los ingenios y las máquinas* (1575–1595) de Juanelo Turriano

Los libros y capítulos que Serlio dedica a la descripción de carpintería son el libro I, dedicado a forjados, y el libro VII en donde dedica los capítulos 73 al 75 a la descripción de armaduras de madera. En los libros V y VII, en la descripción de villas, encontramos también la representación de gran número de armaduras. Aparentemente Serlio no tenía un criterio determinado para la definición del sistema de cubierta (Candelas 1998).

Palladio dedica los capítulos 7 y 8 del Tercer Libro a los puentes de celosía de madera, para los que propone cuatro tipologías, y en el capítulo 19 se describe el puente sobre el río Brenta próximo a Bassano. La celosía como esquema estructural se utiliza con una gran economía de medios, ya que se utilizan piezas de madera de pequeño tamaño en comparación a la luz que salva. Su funcionamiento estructural se basa en el principio de indeformabilidad del triángulo, con el que se consigue salvar grandes luces utilizando tan sólo piezas cortas que trabajan a tracción o compresión. La triangulación garantiza la estabilidad de las estructuras de forma sencilla y supliendo además la dificultad para conseguir uniones rígidas con la madera. La celosía se había empleado desde antiguo, especialmente en la construcción de cimbras y cubiertas.

Palladio demuestra una gran coherencia en la utilización de armaduras. Propone cuatro tipologías de armaduras en la solución de un puente de celosía de

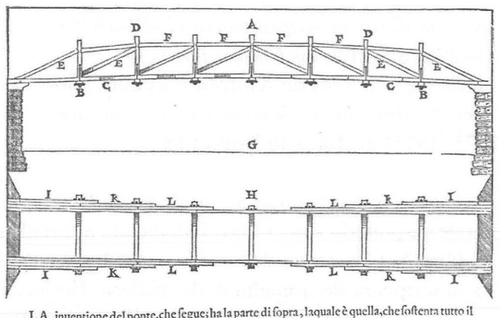
madera, y una propuesta de un puente cubierto de jabalcones. Todas ellas están basadas en la utilización de cerchas triangulares distanciadas según tramos iguales, sobre las que apoya un segundo orden de vigas, o correas, y se incrementa el número de barras que conforman la cercha a medida que aumenta la luz a cubrir (fig. 6).

TERZO. 17

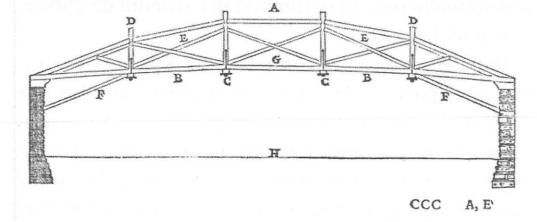
k, Sono le ſeconde traui, lequali ſono ſoſtentate dalla prima, e dalla ſeconda traue della larghezza.

L, Sono le terze traui, lequali ſon ſoſtentate dalla ſeconda, e dalla terza traue della larghezza.

Sono poi queſte traui, che fanno la larghezza (come ho detto) ſoſtentate da' colonnelli, a iquali ſono incatenate; & i colonnelli dalle braccia.



LA inuentione del ponte, che ſegue; ha la parte di ſopra, laquale è quella, che ſoſtenta tutto il carico; fatta di portione di cerchio minore del mezo circolo, & ha le braccia, che vanno da un colonnello all'altro; coſi ordinate, che nel mezzo de' ſpacij, che ſono tra i colonelli, s'incrocciano. Le traui, che fanno il ſuolo del Ponte; ſono incatenate à i colonnelli cō arpeſi, come nelle inuentioni, di ſopra. Per maggior fortezza ſi potrbbono aggiogner due traui per ogni capo del ponte, lequali affermate ne' pilaſtri con un capo, con l'altro arriuaſſero ſotto i primi colonelli, percioche aiuterebbono molto à ſoſtentar il carico del ponte.



CCC A, E'

Figura 6
Andrea Palladio. Los cuatro libros de Arquitectura. Libro III, capítulo VIII

En el tratado de Juanelo Turriano aparentemente existe una falta total de comprensión del comportamiento resistente de las celosías, aunque se representan unas estructuras de celosía parecidas a las del tratado de Palladio.

Diego López de Arenas. 1619. *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería;* Mathurin Jousse. 1627. *Le Theatre de L'art de charpentier*

El texto de Diego López de Arenas presenta un sistema de construcción (la carpintería de armar española) en las que las estructuras de madera se construían quedando vistas hacia el interior, y soportaban, o directamente la cubierta o, una estructura auxiliar que protegía las armaduras más decoradas (fig. 7). En el momento en que se escribe este tratado se constataba ya una perdida de los conocimientos necesarios para ponerlas en practica (Candelas 1996). Este texto ha sido interpretado e incorporado en el *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco* por el carpintero de lo

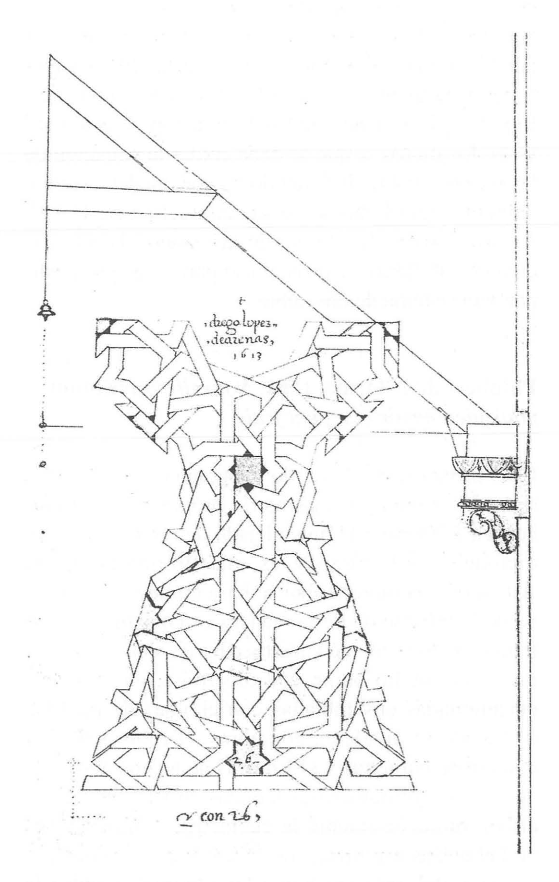


Figura 7
Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería, 1619. Diego López de Arenas. Nueva muestra firmada

blanco y arquitecto Enrique Nuere. Este nuevo tratado describe de manera comprensible el sistema y sus procesos de diseño y ejecución (Nuere 1998).

El tratado de Jousse, tiene un carácter eminentemente práctico y se estructura con el texto de la descripción y comentarios de cada una de las ciento veinticinco figuras que componen el conjunto de la obra. En el tratado se exponen treinta y cuatro edificios con diferentes formas de la planta y estructura de la sección. Las últimas figuras se refieren a escaleras, cimbras y expone un ejemplo de jácena de carga, con un refuerzo mediante incremento de sección.

El tratado comienza con una descripción de las herramientas y útiles necesarios para un carpintero, diferenciando entre útiles de trazado (regla, compás, escuadra, falsa escuadra, lápiz para marcar la madera), herramientas de corte y talla (azuela, taladros, hachas, sierras, cepillos) y medios auxiliares para el manejo y elevación de estas piezas (cabrios, trípodes de carga, gatos).

El sistema de representación de las figuras es similar en todos los casos, con una planta y una o varias secciones. En planta representa en el contorno la solera con las marcas de los elementos que apoyan en ésta y en la zona central el enrayado. Incluye escala gráfica (fig. 8).

Ángel L. Candelas Gutiérrez ha estudiado los paralelismos entre los tratados de López de Arenas y Jousse. Respecto al proceso de ejecución:

- Utilización de un plano o esquema previo: El «dessein» de Jousse o la «muestra» que utiliza López Arenas.
- La reiterada atención que se presta a la correcta colocación de las soleras o estribos.
- La ejecución directa en obra, sin mediación de planos, de la práctica totalidad del desarrollo vertical de la armadura.
- Los procedimientos para la determinación de la ubicación del nudillo.
- La utilización de relaciones dimensionales intrínsecas al propio sistema, como base para el trazado de otros elementos.

Respecto a la concepción formal y estructural de ambos sistemas:

- Se trata fundamentalmente de estructuras basadas en el funcionamiento de planos paralelos de pares y nudillo, en los que, en el caso de Jousse, algunos de estos planos (las «Maitres Fermes») se han especializado, para forma el plano intermedio vertical de arriostramiento.
- En ambos casos, el enrayado o almizate reduce la flexión de los pares y contiene las barras necesarias para conseguir un adecuado arriostramiento en el plano horizontal de la armadura, produciéndose además una continuidad visual en los planos que configuran la parte inferior de la techumbre.

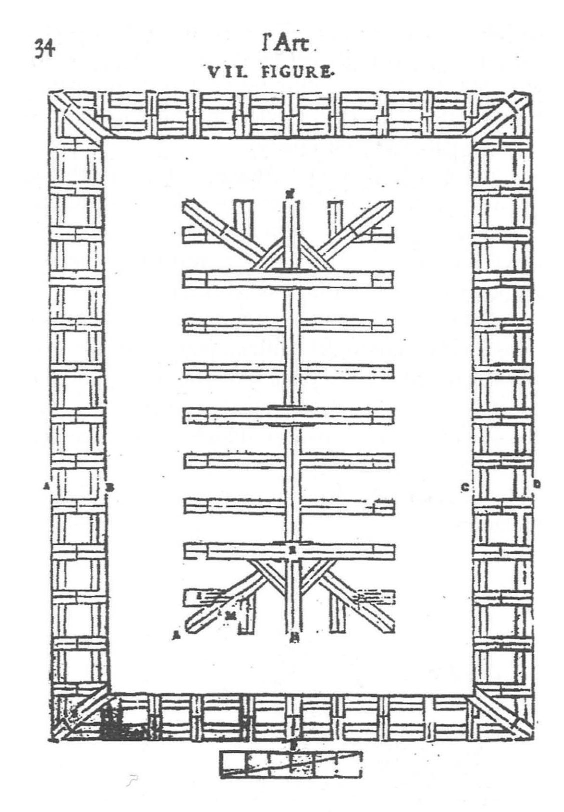


Figura 8
Mathurin Jousse. 1627. *Le Theatre de L´art de charpentier.* Figure VII

Además de los paralelismos que ha expuesto Ángel L. Candelas, considero positivo intentar entender dos diferencias y sus consecuencias. La primera diferencia viene dada en función de las pendientes y

su repercusión en como apoya en la fábrica, ya que sabemos que el principal problema es el de resistir adecuadamente el empuje horizontal de los pares. Cuanto menor es la pendiente mayor empuje horizontal tendremos en los pares.

En el tratado de López Arenas y en la carpintería de lazo construida la configuración de la solera, can, cuadrantes según casos, estribos y pares, viene muy determinado por la necesidad de resistir, los fuertes empujes sin transmitirlos a la fábrica (fig. 9).

En el tratado de Jousse primero se colocan las soleras en el contorno del edificio, perfectamente niveladas, ensambladas mediante unión machiembrada aseguradas con clavijas de madera. Sobre estas soleras se coloca una zapata o «blochet», y sobre esta pieza los pares (fig. 10).

La segunda diferencia, es como se consigue que la techumbre en su conjunto tenga una determinada estabilidad longitudinal, ya que lo conseguimos de manera diferente en ambos tratados. En el tratado de Jousse la distinción entre «Maitres fermes» y «Simples fermes» nos permite definir más fácilmente la estructura como planos paralelos de pares y nudillos. Sin embargo en la carpintería de lazo la cercanía de los pares y la colocación de los peinazos entre pares o péndolas, participan en esta estabilidad y configuran (como un plano) la armadura de una techumbre con o sin lazo (fig. 11).

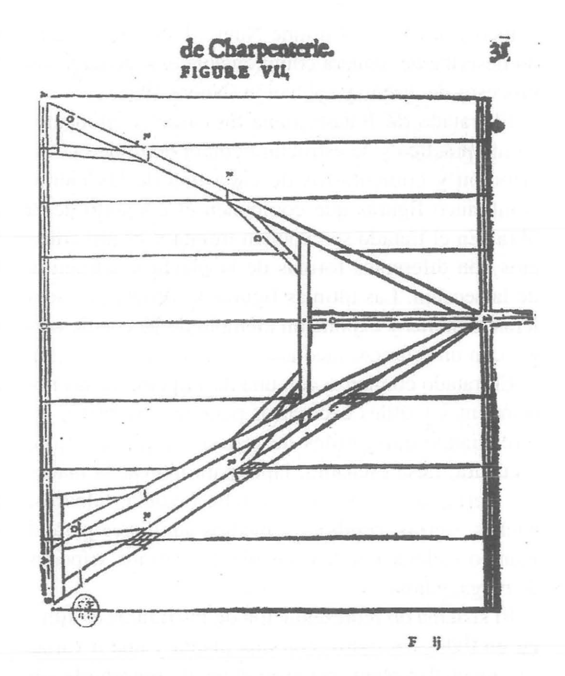


Figura 10
Mathurin Jousse. 1627. *Le Theatre de L'art de charpentier.* Figure VII, de charpenterie

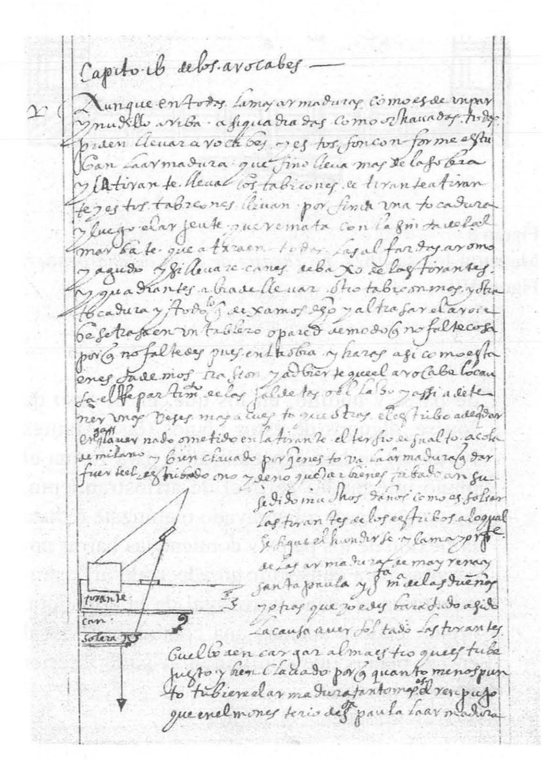


Figura 9
Diego López de Arenas. 1619. *Primera y segunda parte de las reglas de la carpintería.* Capitulo 16 de los arocabes.

Fray Lorenzo de San Nicolás. 1639 y 1664. *Arte y uso de la Arquitectura*; Rodrigo Alvarez (1600–1700). *Breve compendio de la carpintería y tratado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la geometría y puntas del compás*

El tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás se publicó en distintas fechas: la primera parte en 1639 y la segunda en 1664. La primera consta de ochenta y tres

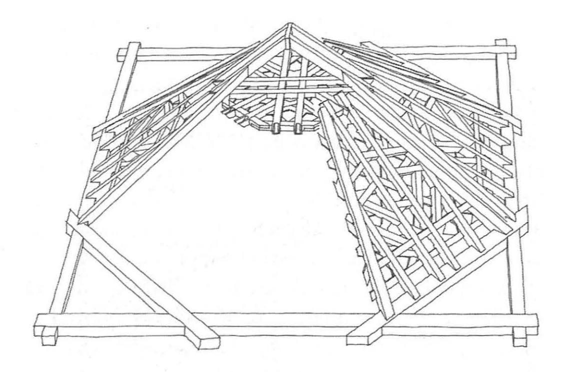


Figura 11
Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco, de Enrique Nuere. Perspectiva de la armadura vista por el trasdós. Trazado de lazo de diez

capítulos y la segunda de setenta y uno, tratando en ambas numerosos temas. La carpintería se extiende en el primer tomo desde el capítulo 46 al 49, y en el segundo en los capítulos 50 y 51. En este tratado ya no se explica la carpintería de lazo (fig. 12).

El manuscrito de Rodrigo Alvarez aparentemente no parece que se hiciera para la imprenta, sino para trabajo y estudio, consta de una dedicatoria y tres libros. El libro segundo que incluye desde el capitulo 25 (existen dos capítulos 38) hasta el 50 trata de las características constructivas y formales de armaduras en la que además de la carpintería de lazo está descrito el modelo de chapitel de armadura cupular con linterna.

Los dos tipos de soluciones que reciben el nombre de chapitel, son representativos de dos direcciones diferentes en la construcción de armaduras ocultas de madera.

Chapitel como cubierta y coronación de una torre

Este tipo de capitel sólo se trata en el tratado de Fray Lorenzo de San Nicolás. Solución importada desde Borgoña, e introducida en España en el reinado de Felipe II. Esta solución no es continuidad de la forma de hacer de los tratados y técnicas de la carpintería de armar española. Su construcción está más relacionada con las soluciones empleadas en el ámbito fran-

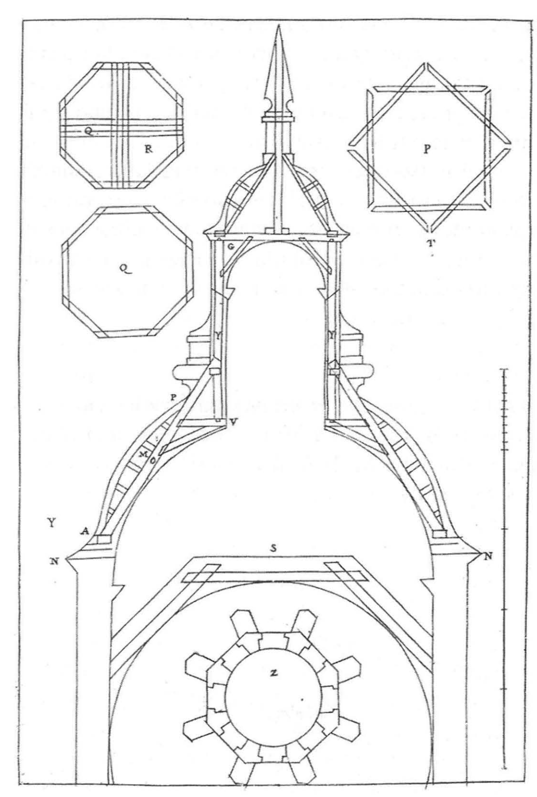


Figura 12
Armadura cupular con linterna definida por Fray Lorenzo de San Nicolás

cés. Los tirantes conforman una caja central sobre la que apoya el árbol y al colocar los faldones y en su parte superior las vigas horizontales, se construyen unas particulares cerchas tridimensionales con gran cantidad de madera, en las que los tirantes trabajan como tirantes y como vigas-correas inferiores, y resuelven la cubrición de la torre y la resistencia del árbol ante los empujes del viento.

Chapitel como cubierta y coronación de gran cúpula con linterna

Esta solución es continuidad de la forma de hacer de los tratados y técnicas de la carpintería de armar española, y en particular de las soluciones de las arma-

duras de par y nudillo. En este caso la planta a cubrir es circular-octogonal, y en la construcción la función de los tirantes ha de realizarse de manera que el interior de la cúpula quede libre de todo elemento estructural, y el almizate a 2/3 de la altura se conforma como estrella-ochavo de refuerzo, quedando también libre el octógono central de todo elemento estructural. Aunque se construyen importantes chapiteles de esta manera, esta solución no tiene un desarrollo constructivo posterior, y es una solución que se olvida y se deja de utilizar.

Tratados generales franceses publicados en el siglo XVII. Pierre Le Muet (1623), Savot (1624), Augustin-Charles D'Aviler (1691) y Pierre Bullet (1691)

La distinción entre *Maitres fermes,* y *Simples fermes* nos permite iniciar un proceso en el que el siguiente paso es la desaparición de las *Simples fermes* para después, sustituir el par y nudillo en las *Maitres fermes* por cerchas. El paso posterior es configurar la cercha con piezas más pequeñas y esto nos permite fácilmente cubiertas quebrantadas o mansardas. El paso de par y nudillo a armaduras trianguladas también ayuda a una reducción progresiva de las pendientes de las cubiertas (Gómez y Huerta 2000).

Conclusión

En las armaduras de cubierta estudiadas nos encontramos con dos sistemas diferentes. Uno: las armaduras de par y nudillo están desarrolladas en los tratados de Diego López de Arenas y de Mathurin Jousse. Las armaduras que se describen en el tratado de Mathurin Jousse a partir de mediados del siglo XVII se recomiendan que se sustituyan por cerchas con correas.

Las armaduras de la carpintería de lazo explicadas en el tratado de Diego López de Arenas que se realizaban para quedar a la vista, se dejan de construir y se pierden los conocimientos necesarios para realizarlas (fig. 13). Cuando en algún caso estas armaduras se hacían sobre bóvedas se solían separar más los conjuntos de pares, lo que podía llegar a requerir la colocación de correas. La diferencia con los cuchillos triangulados es fácilmente visible por el mantenimiento del estribo entre los tirantes y los pares.

Una solución que queda oculta en continuidad de la forma de hacer de los tratados y técnicas de la carpintería de armar española, y en particular de las soluciones de las armaduras de par y nudillo es el chapitel como cubierta y coronación de gran cúpula con linterna. En este caso la planta a cubrir es circular-octogonal, y en la construcción la función de los tirantes ha de realizarse de manera que el interior de la cúpula quede libre de todo elemento estructural, y el almizate a 2/3 de la altura se conforma como estrella-ochavo de refuerzo, quedando también libre el octógono central de todo elemento estructural.

Aunque se construyen importantes chapiteles de esta manera, esta solución no tiene un desarrollo constructivo posterior, y es una solución que también se olvida y se deja de utilizar.

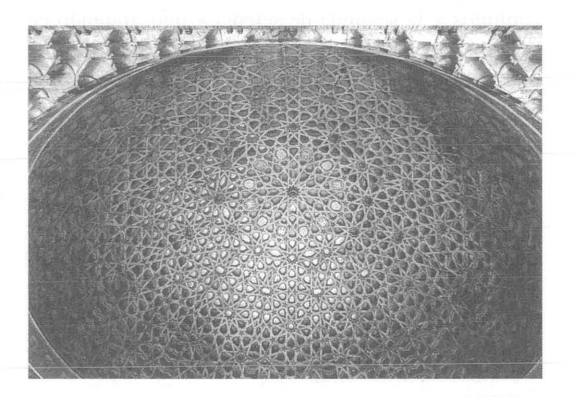


Figura 13
Media naranja de lazo de diez lefe del Salón de embajadores de los Reales Alcázares de Sevilla. Realizada en el siglo XV por Diego Ruiz, maestro carpintero que trabajó al servicio de Juan II de Castilla

Dos. Disposición de elementos triangulados indeformables bastante separados, sobre los que se pueden apoyar correas horizontales. Estas armaduras sobre cuchillos triangulados, eran bien conocidas en el mundo romano y en su área de influencia (Vitruvio).

Las armaduras trianguladas están desarrolladas en los tratados de Villard de Honnecourt y Palladio. Las armaduras que se describen en el cuaderno de Villard podían realizarse para quedar a la vista u ocultas para

cubrir una bóveda. Hemos visto que los mismos modelos se construían de ambas formas. Las armaduras que se describen en el tratado de Palladio, en los casos en que está integrado en las edificaciones, quedan ocultas en las representaciones de las villas. Estas armaduras están correctamente definidas. La solución de puente de celosía de madera, por su tamaño genera una relación de escala diferente con el entorno y las personas y en la mayoría de los casos se construye para quedar a la vista.

El tercer planteamiento tiene que ver con el material. Partiendo de piezas pequeñas de madera, la obtención de un nuevo material elaborado. Este planteamiento está desarrollado en el tratado de Philibert De L'Orme. Aunque los sistemas de ensamble son aparatosos, el planteamiento general teórico de utilización de la madera guarda similitudes con la madera laminada, tal como hoy la conocemos. El ensamble actualmente en la madera laminada se realiza conformando las piezas situadas de plano mediante resinas sintéticas tipo baquelita. La gran diferencia que existe entre las formas de ensamble configura que formalmente las piezas resultantes que conforman la armadura sean muy diferentes. Este factor es determinante para que estas armaduras puedan quedar ocultas o vistas.

En las uniones de los extremos en los apoyos el problema es similar. En el caso del tratado de De L'Orme define muy cuidadosamente este apoyo y el lugar donde se ubica en relación a la fábrica. En soluciones actuales de madera laminada, aunque existen muy diferentes soluciones, en la mayoría de los casos empleamos piezas metálicas íntimamente unidas a la madera, y son estas piezas metálicas las que apoyan.

Lista de referencias

Alberti, Leon Battista. 1582. *De Re Ædificatoria. Los diez libros de arquitectura.* Edición facsímil de 1975. Oviedo.

Álvarez, Rodrigo. 1600–1700. *Breve compendio de la carpintería y tratado de lo blanco, con algunas cosas tocantes a la Iometria y puntas del compás.* Salamanca. Inventario 15.022; Manuscrito. 557 de la Fundación Lázaro Galdiano de Madrid.

Candelas Gutiérrez, Ángel L. 1996. Proceso constructivo, ornamento y estructura en las armaduras de par y nudillo. *Actas del Primer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Madrid.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Candelas Gutiérrez, Ángel L. 1998. La carpintería de armar en los tratados europeos de los siglos XVI y XVII. *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción. A Coruña.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Candelas Gutiérrez, Ángel L. 2000. Bóvedas de madera: ¿se pueden construir según describen los tratados? *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción. Volumen I. Sevilla.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Choisy, Auguste. [1899] 1980. *Historia de la Arquitectura.* Buenos Aires: Editorial Victor Leru

Erlande-Brandenburg, Alain et al. 1991. *Villard de Honnecourt. Cuaderno. Siglo XIII.* Madrid: Akal.

Gómez, Isabel y Huerta, Santiago. 2000. Las armaduras de cubierta en los tratados del siglo XVII francés. *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la construcción. Volumen I. Sevilla.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Heyman, Jacques. 1995. *Teoría, historia y restauración de Estructuras de fábrica.* Madrid: Instituto Juan de Herrera, CEHOPU.

Jousse, Mathourin. 1627. *Le Theatre de L'Art de Charpenterie.* La Flèche: Gorges Griveau.

Nuere, Enrique. 1998. *La carpintería de armar española.* Madrid: Ministerio de Cultura.

Nuere, Enrique. 2001. *Nuevo tratado de la carpintería de lo blanco. Con el facsímil de la primera y segunda parte de las reglas de la carpintería, escrito por Diego López de Arenas.* Madrid: Editorial Munilla-Lería.

Palladio, Andrea. 1570. *Quattro libri dell'Architettura.* (Edición facsímil. Milan: Ulrico Hoepli Editore S,p.A, 1980).

San Nicolás, Fray Lorenzo de. 1639 y 1664. *Arte y uso de Architectura. Primera y Segunda parte.* Madrid: s.i. (Edición Facsímil. Madrid: Albatros, 1989).

Vitruvio Polión, Marco. *Los Diez Libros de Arquitectura.* Madrid: Akal, S. A., 1987, 1992, 2001.


9 788497 281461